

Universidad de Granada
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
Departamento de Didáctica de las Ciencias
Experimentales



TESIS DOCTORAL

**LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS
CARTESIANAS EN EL ÁMBITO DE BIOLOGÍA
DE POBLACIONES**

**Análisis ontosemiótico de libros de texto e
Intervención didáctica en estudiantes de Educación Secundaria**

**Programa de Doctorado: Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología (a
impartir en la Universidad de Mendoza-Argentina)**

**Autora:
EUGENIA CRISTINA ARTOLA**

**Directora:
Dra. ALICIA BENARROCH
BENARROCH
UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**Co. Directora:
Dra. LILIANA MAYORAL
NOUVELIÈRE
UNIVERSIDAD DE MENDOZA**

GRANADA, 2015

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autora: Eugenia Cristina Artola
ISBN: 978-84-9125-777-6
URI: <http://hdl.handle.net/10481/43534>

**Las representaciones gráficas cartesianas en el ámbito
de Biología de poblaciones**
Análisis ontosemiótico de libros de texto
Intervención didáctica en estudiantes de Educación Secundaria

Memoria que presenta la Licenciada
EUGENIA CRISTINA ARTOLA
Para optar por el grado de Doctor por la Universidad de Granada

Granada, 2015

La doctoranda D.^a EUGENIA CRISTINA ARTOLA y las directoras de la Tesis D.^a ALICIA BENARROCH BENARROCH y D.^a LILIANA MAYORAL NOUVELIÈRE garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de las directoras de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, 2015

Directoras de la Tesis

Doctoranda

Handwritten signature of Alicia Benarroch in blue ink, featuring a large, stylized initial 'A' followed by the name 'Benarroch'.Handwritten signature of Liliana Mayoral in blue ink, consisting of a stylized initial 'L' followed by the name 'Mayoral'.Handwritten signature of Eugenia C. Artola in blue ink, featuring a stylized initial 'E' followed by the name 'Artola'.

Fdo.: Alicia Benarroch

Fdo.: Liliana Mayoral

Fdo.: Eugenia C. Artola

*A mi hermana Marisa, que encontró su paz;
y a mis sobrinos Lourdes y Mateo que reflejan su sonrisa.*

AGRADECIMIENTOS

En todos estos años de estudio, la vida me mostró que se puede encontrar luz en los momentos más oscuros, fuerzas en el abrazo inesperado y felicidad en la sonrisa de un niño.

Gracias a mis directoras: Liliana y Alicia, hermanas del corazón, a las que admiro profundamente, mis guías espirituales, que con mucha paciencia, tenacidad y amor sugirieron, leyeron, corrigieron e hicieron todo lo posible para que pudiéramos arribar juntas a esta meta.

Gracias a mis hijos: Florencia y Martín, a quienes amo profundamente y son el tesoro más hermoso que la vida me ha regalado, ellos me acompañan, animan y me dan fuerzas para seguir cada día. A Carlos, el cielo azul profundo que despierta mi alma. A mis hermanos: Ricardo y Rosaura, a mis cuñados: Mariano y Marcela, a mis tíos: Amanda y Ramón, a mis primas: Laura, Adriana, Virginia y Cristina, a mis sobrinas y sobrinos, quienes me regalaron mucha alegría y contención. A todas mis amigas: Ana María, Ruth, Ariana, Ester, Norma, Inés, Yoyi, Marcela, Alejandra, Sandra, Patricia, Gabriela, Florence y Mónica, seres llenos de luz que iluminaron mi camino. Gracias a todos mis ángeles: Mamá, Papá, Esteban, Marisa y Francisco, que siempre están a mi lado desde otra dimensión.

Un agradecimiento especial a los alumnos de la escuela José V. Zapata por su desinteresada colaboración en esta investigación; y al Rectorado de la Universidad Nacional de Cuyo por otorgarme una beca de estudios de posgrado.

Y gracias de corazón también, a todos los seres que me ayudaron, los que tocaron mi corazón con sus palabras y abrazos, quienes me enseñaron a amar en forma incondicional.

Qué hermoso es poder sentir que estamos unidos desde las emociones y desde nuestras evoluciones, creo que el pertenecer evoca a anclaje y significaría no tener alas abiertas para volar y para amar desde esta dimensión en donde hoy nos encontramos. Busca el viento, el sol, el perfume de las flores y en esas sensaciones que nos producen encontrarás tu libertad, y así en el ahora, sin máscaras ni maquillajes, permitírnos ser y compartir.

Resumen amplio

Las representaciones -diagramas, ilustraciones, gráficas cartesianas, mapas, esquemas, ecuaciones, etc.- son imágenes o símbolos externos socialmente acordados. En este trabajo, estamos interesados en las Representaciones Gráficas Cartesianas (en adelante, RGC), en las que se relacionan dos o más variables en un espacio euclídeo, ya sea mediante relación de dependencia funcional (gráficas cartesianas propiamente dichas) o de correlación mutua (diagramas cartesianos).

Las RGC son muy útiles en muchas ramas de las Ciencias Experimentales para expresar y comunicar las relaciones entre variables. Una de ellas es la Biología de Poblaciones (en adelante, BP) ámbito en el que es frecuente recurrir a modelos matemáticos para representar, por ejemplo, los cambios en el tiempo y en el espacio del número de individuos y la estructura genética de poblaciones, o la composición de especies en comunidades biológicas, entre otras. Las dependencias funcionales y las correlacionales pueden visualizarse utilizando diferentes formas entre las que se destacan las RGC, ya que constituyen una forma habitual de comunicación científica y una herramienta útil para el trabajo científico y didáctico en este contenido (García García, 2005).

La habilidad de interpretar y construir RGC es importante, no sólo para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos asociados a la BP, sino también en el desarrollo de la competencia científica. Como herramienta transversal, resolver RGC favorece la transferencia del conocimiento, previa abstracción del mismo, y ayuda no sólo a la adquisición de nuevos conocimientos, sino a la formación integral de los estudiantes en su interacción con la sociedad contemporánea (Jorge y Márquez, 2009).

El objetivo general del trabajo es tratar de mejorar la enseñanza de las RGC relacionadas con la BP. Para ello, nos centramos, aunque no exclusivamente, en el nivel secundario de la ciudad de Mendoza (Argentina). Algunas de las exploraciones realizadas, afectan a otros niveles y edades, en parte ocasionados por imperativos de los cambios curriculares argentinos, pero esto, que en un principio pensamos que era un inconveniente, consideramos que ha generado beneficios didácticos, dado que la perspectiva holística ha permitido comprender mejor la realidad educativa.

En el marco teórico se resolvió, entre otros aspectos, uno de los retos principales del trabajo: el instrumento de análisis de las RGC asociadas a la BP. Para ello, se recurrió a un modelo ontosemiótico fundamentado en las teorías de Duval (1999), dado que las RGC son representaciones semióticas externas cuyo procesamiento implica las actividades semióticas formuladas por este autor e identificadas como *formación*, *tratamiento* y *conversión* (Duval, 1999). En el marco de la teoría de Duval (1998) sobre registros de representación semiótica, la operación llamada *conversión* consiste en la transformación de una representación a una representación en otro registro conservando la totalidad o solamente una parte del contenido de la representación inicial. Se trata de una actividad cognitiva necesaria para lograr una aprehensión conceptual de los objetos matemáticos. Fue necesario encontrar un instrumento de análisis de las RGC lo más objetivo posible que permitiera identificar las actividades semióticas activadas con indicadores específicos. Ello se hizo posible con las aportaciones de Postigo y Pozo (1999) y García García (2005). El producto final fue la Tabla 7 del capítulo 2, que asocia indicadores de análisis con las dimensiones cognitivas, las funciones cognitivas y

las actividades semióticas de Duval (1999). Este instrumento ha posibilitado la caracterización de la actividad semiótica implicada en cada una de las cuestiones planteadas a los estudiantes sobre RGC asociadas a BP.

En el trabajo de campo, se emprende:

- a) Un análisis exploratorio del uso de la imagen –para enmarcar el de las RGC- encontradas en los capítulos de BP de libros de texto de secundaria y de formación del profesorado de Biología.
- b) Un estudio diagnóstico de las dificultades cognitivas de los estudiantes de secundaria al enfrentarse a RGC relacionadas con BP.
- c) Un estudio diagnóstico de las dificultades cognitivas y didácticas de los estudiantes de formación del profesorado de Biología al enfrentarse a RGC relacionadas con BP.
- d) El diseño, implementación y evaluación de una intervención didáctica en estudiantes de secundaria para mejorar el aprendizaje de las RGC asociadas a BP.

Nos referiremos a continuación de forma breve a cada uno de ellos.

El análisis de libros de texto fue realizado sobre 10 manuales de secundaria (13 y 14 años) y 8 de Biología para futuros docentes. Cabe adelantar que sus resultados fueron bastante contrastables. Los textos universitarios presentan un lenguaje con mayor capacidad semiótica que los escolares. Particularmente, la relación entre texto e imágenes es más potente; y las imágenes son más variadas, funcionales y operativas. La variedad también se manifiesta en las gráficas propiamente dichas, donde se fomenta la *conversión* entre las mismas. En cuanto a las RGC (diagramas y gráficos cartesianos), únicamente hay aparición casi testimonial de algunos diagramas; Los gráficos cartesianos no aparecen en los textos de Secundaria, ni siquiera en estos capítulos de BP, propicios para fomentar su comprensión y construcción. Se puede concluir que los libros de texto de Profesorado de Biología hacen un uso más extendido de la potencialidad formativa de la multiplicidad del lenguaje que los textos de Educación Secundaria.

El estudio diagnóstico de las dificultades de los estudiantes de secundaria fue realizado durante los ciclos 2011 y 2012, sobre un total de 167 estudiantes de 12-14 años, usando tres instrumentos (uno en el 2011 y dos en el 2012), aplicados por los docentes para la evaluación de sus estudiantes en contextos naturales de aula. Estos instrumentos se describen en los Anexos 1 y 2 de esta tesis doctoral. De este estudio se extrajeron los principales conflictos semióticos de los estudiantes cuando se enfrentan a RGC relacionadas con BP. Asimismo, los resultados sugirieron que existe una relación entre el desempeño de los estudiantes respecto a las actividades semióticas de *formación*, *tratamiento* y *conversión*, y las destrezas y extensión con que dichas actividades se demandan en las aulas. Concretamente, fue pequeña la cantidad de ítems referidos a la actividad de *conversión*, y fue precisamente en dichos ítems donde se detectaron las mayores dificultades.

El estudio diagnóstico fue también realizado con los futuros docentes. Pero en este caso, se diseñó un instrumento objetivo *ad hoc*, que constaba de dos partes, una de carácter más conceptual y la segunda de corte didáctico y profesional. El cuestionario inicial fue validado por 7 expertos internacionales. En los Anexos 3 y 4 se muestran los

instrumentos de exploración inicial y final respectivamente y en el Anexo 5 se recogen los resultados de la validación. El cuestionario final mantenía la misma estructura dual del inicial. El instrumento posee buenas características psicométricas con un Alfa de Cronbach igual a 0,758, y fue aplicado a 23 futuros docentes de Biología de la ciudad de Mendoza, que estaban en su mayoría finalizando sus estudios. Los resultados de desempeño de estos estudiantes muestran que, a pesar de los mejores resultados, las dificultades coinciden en general con las encontradas con los estudiantes de secundaria. De hecho, la actividad que menor porcentaje de aciertos recibe es la de *conversión* (50,72%). A través de la pequeña incursión didáctica, los futuros docentes reconocieron que las RGC son recursos de gran interés para la formación de los estudiantes de secundaria pero dudaron de que estos se beneficien de las fórmulas o funciones matemáticas asociadas a la representación.

En el año 2013, se diseñó, aplicó y evaluó una Intervención didáctica para un grupo de estudiantes de 4º año de Educación Secundaria (edades entre 16-17 años) del colegio José Vicente Zapata en la ciudad de Mendoza, Argentina. Su finalidad fue mejorar las capacidades de los estudiantes en la resolución de actividades semióticas subyacentes en la interacción de conceptos específicos de BP y RGC. La misma estuvo conformada por un cuestionario Pretest-Postest, una Secuencia didáctica e Instrumentos de evaluación. Estos se describen en los Anexos 6, 7 y 8 respectivamente. El diseño experimental aplicado es un diseño cuasiexperimental del tipo pretest-postest con grupo de control no equivalente, dado que la regla de asignación a los grupos no es conocida, pues se trata de grupos ya formados. El estudio estadístico realizado con el programa estadístico SPSS IBM Statistics 20.0 confirma la efectividad de la intervención didáctica, dada la diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control tanto en los resultados globales como en la actividad semiótica de *conversión*, diferencia que no existía entre ambos grupos antes de la intervención. Se confirma con ello las inferencias de otros trabajos (García et al., 2006) que afirmaban que “una mayor frecuencia en el uso de ciertos tipos de representaciones permite a los estudiantes ejecutar mejor las tareas de interpretación de este tipo de representaciones.” (p. 255). En términos competenciales, la intervención didáctica favorece la transferencia del conocimiento y la aplicación del mismo en contextos novedosos.

En conclusión, mediante este estudio se aportan elementos clave para el diseño de secuencias de enseñanza optimizadoras del aprendizaje de las RGC asociadas a la BP de los estudiantes de Educación Secundaria. Algunas de ellas son:

- La construcción del conocimiento en BP se beneficia de la interacción de los estudiantes con RGC sencillas.
- A medida que se modifica la RGC, incrementando la información suministrada, se benefician las actividades semióticas subyacentes.
- Si se fomenta la *conversión* de las representaciones, utilizando diferentes registros semióticos, se confirma la ampliación de la aprehensión conceptual y, en consecuencia, la transferencia del conocimiento.
- El modelo ontosemiótico utilizado en este trabajo permite identificar y controlar las demandas cognitivas asociadas a las RGC, con el beneficio que ello reporta para el diseño de secuencias de aprendizaje paulatinamente dificultosas.

LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS CARTESIANAS EN EL ÁMBITO DE BIOLOGÍA DE POBLACIONES

Análisis ontosemiótico de libros de texto e Intervención Didáctica en
Estudiantes de Educación Secundaria

Índice

AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN AMPLIO.....	7
ÍNDICE.....	11
ÍNDICE DE TABLAS.....	17
ÍNDICE DE FIGURAS.....	27
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	31
1.1 Introducción.....	33
1.2 Justificación y relevancia.....	36
1.3 Meta, objetivos de la investigación y organigrama del trabajo.....	43
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	47
<i>Apartado 1</i>	
<i>Una indagación sobre las actividades cognitivas de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos de Biología de Poblaciones utilizando representaciones gráficas cartesianas</i>	
2.1 El lenguaje de la Biología.....	49
2.2 Biología de Poblaciones.....	52
2.2.1 Las poblaciones y sus conceptos históricos.....	52
2.2.2 Los conceptos de evolución y de especie: interacciones estructurantes.....	53
2.3 Las funciones y ecuaciones matemáticas en el dominio de Biología de Poblaciones.....	57
2.4 El análisis de las representaciones gráficas cartesianas en Biología de Poblaciones.....	59
2.4.1 Un acercamiento al concepto de representación.....	59
2.4.2 Clasificación de las representaciones.....	61
2.4.3 Representaciones y cognición.....	66
2.4.4 Representaciones gráficas.....	70
2.4.5 Las actividades cognitivas fundamentales de las representaciones ligadas a la semiosis.....	75

Apartado 2

El modelo ontosemiótico para el análisis de libros de texto de Biología de Educación Secundaria y de Formación de Profesores de Biología

2.5	El lenguaje natural y simbólico que presentan los libros de texto.....	80
2.6	El enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática.....	84
2.7	Modelos de análisis de libros de texto usados en otras investigaciones...	94
2.8	Modelo ontosemiótico para el análisis de libros de texto de Biología.....	96
2.8.1	Pertinencia.....	96
2.8.2	Adecuación.....	97
2.8.3	Idoneidad.....	100

CAPÍTULO 3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO DE BIOLOGÍA..... 107

3.1	Introducción.....	109
3.2	Análisis de libros de texto de Educación Secundaria.....	110
3.2.1	Objetivos del estudio.....	110
3.2.2	Muestra de libros de texto.....	110
3.2.3	Metodología.....	111
3.2.4	Resultados.....	114
	A. Pertinencia.....	114
	A.1 Signos naturales y signos artificiales.....	114
	A.2 Clasificación de los signos artificiales.....	115
	A.3 Representaciones gráficas.....	117
	A.4 Diagramas y gráficas cartesianas.....	125
	B. Adecuación.....	127
	B.1 Iconicidad.....	127
	B.2 Funcionalidad.....	130
	B.3 Etiquetas verbales.....	132
	C. Idoneidad.....	134
	C.1 Idoneidad epistémica.....	135
	C.2 Idoneidad semiótica.....	143
	C.3 Idoneidad ecológica.....	144
3.2.5	Síntesis de resultados.....	152
3.2.6	Conclusiones.....	155
3.3	Análisis de libros de texto del Profesorado de Biología.....	155
3.3.1	Objetivos del estudio.....	155

3.3.2	Muestra de libros de texto.....	155
3.3.3	Metodología.....	156
3.3.4	Resultados.....	156
	A. Pertinencia.....	156
	A.1 Signos naturales y signos artificiales.....	157
	Resultados comparativos.....	157
	A.2 Clasificación de los signos artificiales.....	158
	Resultados comparativos.....	159
	A.3 Representaciones gráficas.....	160
	Resultados comparativos.....	167
	A.4 Diagramas y gráficas cartesianas.....	168
	Resultados comparativos.....	170
	B. Adecuación.....	170
	B.1 Iconicidad.....	170
	Resultados comparativos.....	171
	B.2 Funcionalidad.....	172
	Resultados comparativos.....	173
	B.3 Etiquetas verbales.....	173
	Resultados comparativos.....	174
	C. Idoneidad.....	174
	C.1 Idoneidad epistémica.....	174
	C.2 Idoneidad semiótica.....	178
	C.3 Idoneidad ecológica.....	179
3.3.5	Síntesis de resultados.....	186
3.3.6	Conclusiones del capítulo.....	188

CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO DE LAS DIFICULTADES COGNITIVAS QUE PRESENTAN LOS ALUMNOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA CUANDO INTERACTÚAN CON RGC Y CONCEPTOS DE BP..... 191

4.1	Introducción.....	193
4.2	Descripción general de los estudios exploratorios.....	193
4.3	Ciclo 2011.....	195
	4.3.1 Descripción del instrumento didáctico.....	195
	4.3.2 Evaluación de la observación realizada.....	201
4.4	Ciclo 2012.....	206
	4.4.1 Descripción del instrumento didáctico.....	206

4.4.2	Evaluación de la observación realizada.....	211
4.5	Resultados comparativos.....	216
4.6	Conclusiones del capítulo.....	217

CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO DE LAS DIFICULTADES COGNITIVAS QUE PRESENTAN LOS ALUMNOS DE PROFESORADO DE BIOLOGÍA CUANDO INTERACTÚAN CON RGC Y CONCEPTOS DE BP..... 219

5.1	Introducción.....	221
5.2	Descripción del instrumento de exploración aplicado a estudiantes de Profesorado de Biología.....	222
5.2.1	Diseño del instrumento de exploración inicial.....	222
	5.2.1.1. Diseño de la primera parte del cuestionario inicial.....	222
	5.2.1.2. Diseño de la segunda parte del cuestionario inicial.....	229
5.2.2	Validación del cuestionario.....	230
	5.2.2.1 Validación de la primera parte del cuestionario....	230
	5.2.2.2 Validación de la segunda parte del cuestionario ...	238
5.2.3	Descripción del instrumento de exploración final.....	243
5.2.4	Implementación del instrumento de exploración y características psicométricas.....	243
5.3	Resultados y análisis de su aplicación.....	244
	5.3.1 Resultados obtenidos en la primera parte.....	244
	5.3.2 Resultados obtenidos en la segunda parte.....	255
5.4	Conclusiones del capítulo.....	261

CAPÍTULO 6. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE CONTENIDOS DE BP VINCULADOS A LAS RGC EN ESTUDIANTES DE EDUCACION SECUNDARIA..... 263

6.1	Presupuestos previos.....	265
6.2	Fundamentos, objetivos y contenidos de la Intervención Didáctica.....	267
6.3	Estructura de la intervención didáctica.....	274
6.4	Instrumento de evaluación Pretest-Postest.....	274
6.5	Secuencia didáctica.....	275
	6.5.1 Diseño de la Secuencia didáctica.....	275
	6.5.2 Descripción de la implementación de la Secuencia didáctica....	280
6.6	Instrumentos y actividades de evaluación de la Secuencia didáctica.....	304
	6.6.1 Instrumento de evaluación parcial.....	304
	6.6.2 Actividad de aplicación Nº 5 de la Secuencia didáctica.....	307

6.6.3	Evaluación trimestral.....	315
6.7	Conclusiones del capítulo.....	321
CAPÍTULO 7. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA.....		323
7.1	Introducción.....	325
7.2	Resultados del instrumento Pretest.....	326
7.2.1	Pretest en el Grupo control.....	326
7.2.2	Pretest en el Grupo experimental.....	331
7.3	Resultados del instrumento Postest.....	336
7.3.1	Postest en el Grupo control.....	337
7.3.2	Postest en el Grupo experimental.....	341
7.4	Síntesis de resultados muestrales.....	347
7.5	Contraste Pretest- Postest.....	352
7.5.1	Comparación del grupo experimental y grupo control en el Pretest.....	352
7.5.2	Comparación del grupo experimental y grupo control en el Postest.....	353
7.5.3	Comparación del Pretest y Postest del grupo control.....	354
7.5.4	Comparación del Pretest y Postest del grupo experimental.....	355
7.6	Síntesis de resultados.....	356
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES.....		361
8.1	Conclusiones más relevantes.....	363
8.2	Discusión de resultados.....	374
8.3	Perspectivas de futuro.....	377
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		379
ANEXOS.....		395
Anexo 1.	Instrumento didáctico aplicado en el Ciclo 2011 a estudiantes de Secundaria.....	395
Anexo 2.	Instrumento didáctico aplicado en el Ciclo 2012 a estudiantes de Secundaria.....	403
Anexo 3.	Instrumento de exploración inicial aplicado a estudiantes del Profesorado de Biología.....	413
Anexo 4.	Instrumento de exploración final aplicado a estudiantes del	423

Profesorado de Biología.....	
Anexo 5. Resultados de validación de los expertos del instrumento de exploración.....	431
Anexo 6. Cuestionario pretest- postest aplicado a estudiantes de Secundaria.....	445
Anexo 7. Secuencia didáctica aplicada a estudiantes de Secundaria.....	449
ANEXOS DIGITALES	469
Anexo 8. Instrumento de evaluación parcial aplicado al grupo experimental.....	469
Anexo 9. Evaluación trimestral aplicada al grupo experimental.....	477
Anexo 10. Matriz de datos de los resultados obtenidos del Pretest y Postest aplicado al grupo control y al grupo experimental.....	483

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Conceptos estructurantes de la Biología.....</i>	51
Tabla 2	<i>Distintas teorías del procesamiento de la información gráfica....</i>	71
Tabla 3	<i>Tipos de información gráfica según Postigo y Pozo (2000).....</i>	72
Tabla 4	<i>Elementos en la interpretación de una gráfica.....</i>	73
Tabla 5	<i>Distintos niveles para el procesamiento de la información gráfica y su relación con procedimientos y actividades de aplicación (elaboración propia, basada en Postigo y Pozo, 1999, y García, 2005).....</i>	74
Tabla 6	<i>Funciones cognitivas potenciadas, dimensiones y características de los gráficos.....</i>	78
Tabla 7	<i>Actividades ligadas a la semiosis, funciones cognitivas, dimensiones e indicadores para el procesamiento de la información gráfica (Elaboración propia a partir de Duval, 1999; Postigo y Pozo, 1999 y García, 2005).....</i>	79
Tabla 8	<i>Clasificación de objetos matemáticos o entidades primarias (Godino y D'Amore, 2007).....</i>	85
Tabla 9	<i>Correspondencia entre las secuencias de acción y los objetos matemáticos.....</i>	86
Tabla 10	<i>Posturas filosóficas sobre el significado.....</i>	89
Tabla 11	<i>Correspondencia entre la Semiótica General y el lenguaje matemático.....</i>	93
Tabla 12	<i>Dimensiones e indicadores para el análisis de la pertinencia.....</i>	97
Tabla 13	<i>Dimensiones e indicadores para el análisis de la adecuación.....</i>	99
Tabla 14	<i>Idoneidad- caracterización.....</i>	101
Tabla 15	<i>Indicadores y descriptores de la idoneidad epistémico.....</i>	102
Tabla 16	<i>Dimensiones e indicadores para el análisis de la idoneidad.....</i>	103
Tabla 17	<i>VARIABLES, dimensiones e indicadores para el análisis ontosemiótico.....</i>	104
Tabla 18	<i>Libros de texto de Ciencias Naturales incluidos en el estudio.....</i>	111
Tabla 19	<i>Saberes indispensables definidos para primero y segundo año de la escolaridad Secundaria.....</i>	113
Tabla 20	<i>Rango y porcentajes de signos naturales y artificiales en los textos escolares.....</i>	114
Tabla 21	<i>Ejemplos de signos artificiales extraídos de los textos escolares..</i>	115
Tabla 22	<i>Frecuencias obtenidas de los signos artificiales para los textos escolares.....</i>	116
Tabla 23	<i>Frecuencias obtenidas de los diagramas que figuran en cada uno de los textos escolares.....</i>	117
Tabla 24	<i>Ejemplos de diagramas contemplados en los libros de texto escolares.....</i>	118
Tabla 25	<i>Frecuencias obtenidas de las gráficas para cada uno de los textos escolares.....</i>	120
Tabla 26	<i>Gráficas contempladas en los libros de textos escolares.....</i>	121
Tabla 27	<i>Frecuencias obtenidas de los mapas que figuran en los textos escolares.....</i>	122

Tabla 28	<i>Mapas contemplados en los libros de textos escolares.....</i>	123
Tabla 29	<i>Frecuencias obtenidas de las ilustraciones para cada uno de los textos escolares.....</i>	124
Tabla 30	<i>Frecuencias totales obtenidas de las representaciones gráficas para cada uno de los textos escolares.....</i>	125
Tabla 31	<i>Frecuencias obtenidas de los diagramas y gráficas cartesianas en los textos escolares.....</i>	126
Tabla 32	<i>Diagramas y gráficas cartesianas contemplados en los libros de textos escolares.....</i>	126
Tabla 33	<i>Frecuencias correspondientes a los indicadores de la iconicidad en los textos escolares.....</i>	130
Tabla 34	<i>Frecuencias de ilustraciones inoperantes, operativas y sintácticas en los textos escolares.....</i>	132
Tabla 35	<i>Frecuencias de ilustraciones sin etiquetas, nominativas y relacionales en los textos escolares.....</i>	134
Tabla 36	<i>Situaciones presentadas en los distintos textos escolares.....</i>	137
Tabla 37	<i>Frecuencias relativas a las distintas situaciones presentes en cada uno de los textos escolares.....</i>	138
Tabla 38	<i>Diferentes definiciones para los principales conceptos tratados en BP, en los textos escolares.....</i>	140
Tabla 39	<i>Diferentes estructuras del sistema educativo argentino según las leyes de educación.....</i>	146
Tabla 40	<i>Saberes indispensables de primero y segundo año en el área de Ciencias Naturales.....</i>	147
Tabla 41	<i>Contenidos curriculares de Biología para 4º año de Educación Secundaria.....</i>	149
Tabla 42	<i>Contenidos que figuran en el índice de los capítulos o bloques referidos al campo de BP en cada uno de los textos escolares.....</i>	149
Tabla 43	<i>Saberes Indispensables de Matemática para Primer y Segundo año de Educación Secundaria.....</i>	152
Tabla 44	<i>Libros de textos universitarios incluidos en el estudio.....</i>	156
Tabla 45	<i>Rango y porcentajes de signos naturales y artificiales en los textos universitarios.....</i>	157
Tabla 46	<i>Comparación de porcentajes obtenidos para signos naturales y artificiales.....</i>	157
Tabla 47	<i>Ejemplos de signos artificiales extraídos de los textos universitarios.....</i>	158
Tabla 48	<i>Frecuencias obtenidas en la clasificación de los signos artificiales en los textos universitarios.....</i>	158
Tabla 49	<i>Comparación de porcentajes obtenidos para la clasificación de signos artificiales en los textos universitarios.....</i>	160
Tabla 50	<i>Frecuencias obtenidas de los diagramas que figuran en los textos universitarios.....</i>	160
Tabla 51	<i>Diagramas contemplados en los libros de textos universitarios...</i>	161
Tabla 52	<i>Frecuencias obtenidas de las gráficas para cada uno de los textos universitarios.....</i>	162
Tabla 53	<i>Gráficas contempladas en los libros de textos universitarios.....</i>	163
Tabla 54	<i>Frecuencias obtenidas de los mapas para cada uno de los textos universitarios.....</i>	164

Tabla 55	<i>Mapas contemplados en los libros de textos universitarios.....</i>	165
Tabla 56	<i>Frecuencias obtenidas de las ilustraciones que figuran en los textos universitarios.....</i>	166
Tabla 57	<i>Frecuencias totales obtenidas de las representaciones gráficas para cada uno de los textos universitarios.....</i>	166
Tabla 58	<i>Comparación de porcentajes obtenidos para las representaciones gráficas.....</i>	167
Tabla 59	<i>Frecuencias obtenidas de los diagramas y gráficas cartesianas, en los textos universitarios.....</i>	168
Tabla 60	<i>Diagramas y gráficas cartesianas contemplados en los libros de textos universitarios.....</i>	169
Tabla 61	<i>Comparación de porcentajes obtenidos para los diagramas y gráficas cartesianas.....</i>	170
Tabla 62	<i>Frecuencias correspondientes a los indicadores para la iconicidad, en los textos universitarios.....</i>	170
Tabla 63	<i>Comparación de porcentajes obtenidos para la iconicidad.....</i>	171
Tabla 64	<i>Frecuencias de ilustraciones inoperantes, operativas y sintácticas, en los textos universitarios.....</i>	172
Tabla 65	<i>Resultados comparativos de la funcionalidad de las ilustraciones.....</i>	173
Tabla 66	<i>Frecuencias de ilustraciones sin etiquetas, nominativas y relacionales, en los textos universitarios.....</i>	173
Tabla 67	<i>Resultados comparativos de las etiquetas verbales de las ilustraciones.....</i>	174
Tabla 68	<i>Situaciones presentadas en los distintos textos universitarios.....</i>	175
Tabla 69	<i>Situaciones presentadas en los distintos textos universitarios.....</i>	175
Tabla 70	<i>Diferentes definiciones para los principales conceptos tratados en Biología de Poblaciones, en los textos universitarios.....</i>	176
Tabla 71	<i>Diseño Curricular propuesto por la provincia de Mendoza, para el Profesorado de Biología.....</i>	182
Tabla 72	<i>Diseño Curricular propuesto por el Instituto Superior del Profesorado San Pedro Nolasco.....</i>	183
Tabla 73	<i>Diseño Curricular propuesto por el Instituto de Enseñanza Superior del Atuel (I.E.S. N° 9-011).....</i>	184
Tabla 74	<i>Diseño Curricular propuesto por la Escuela N° 9-002 Normal Superior “Tomas Godoy Cruz”.....</i>	185
Tabla 75	<i>Diseño Curricular propuesto por Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Cuyo (ICB de la Uncuyo).....</i>	186
Tabla 76	<i>Muestras implicadas en la investigación.....</i>	194
Tabla 77	<i>Ítems propuestos en la primera sección, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente.....</i>	197
Tabla 78	<i>Ítems propuestos en la segunda sección, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente.....</i>	199
Tabla 79	<i>Ítems propuestos en la tercera sección, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente.....</i>	201

Tabla 80	<i>Ítems propuestos para el Tema 1, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente.....</i>	207
Tabla 81	<i>Ítems propuestos para el Tema 2, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente.....</i>	209
Tabla 82	<i>Porcentajes ponderados de desempeño de los estudiantes para el Tema 1 y 2.....</i>	215
Tabla 83	<i>Peso relativo de las actividades semióticas en los instrumentos administrados en ambos ciclos.....</i>	216
Tabla 84	<i>Porcentajes de desempeño correcto de los estudiantes en la resolución de las tareas asociadas a cada una de las actividades ligadas a la semiosis.....</i>	216
Tabla 85	<i>Estructura del instrumento de exploración inicial.....</i>	222
Tabla 86	<i>Ítems propuestos en el instrumento inicial para la actividad semiótica de formación y sus indicadores.....</i>	224
Tabla 87	<i>Ítems propuestos en el instrumento inicial para la actividad semiótica de tratamiento y sus indicadores.....</i>	226
Tabla 88	<i>Ítems propuestos en el instrumento inicial para la actividad semiótica de conversión y sus indicadores.....</i>	227
Tabla 89	<i>Actividades semióticas, indicadores e ítems correspondientes al instrumento inicial.....</i>	228
Tabla 90	<i>Diez ítems e indicadores considerados en el instrumento de exploración inicial.....</i>	229
Tabla 91	<i>Seis ítems e indicadores considerados en el instrumento de exploración inicial.....</i>	229
Tabla 92	<i>Formato usado para la validación (ejemplo del ítem 1 de la primera parte del cuestionario inicial).....</i>	231
Tabla 93	<i>Ítem 1 de la primera parte del cuestionario inicial.....</i>	231
Tabla 94	<i>Porcentajes de pertinencia y claridad en la validación.....</i>	232
Tabla 95	<i>Ítem 1 de la primera parte modificado del cuestionario inicial...</i>	233
Tabla 96	<i>Ítem 7 del cuestionario inicial.....</i>	233
Tabla 97	<i>Ítem 7 modificado del cuestionario inicial.....</i>	233
Tabla 98	<i>Ítem 14 del cuestionario inicial.....</i>	234
Tabla 99	<i>Ítem 14 modificado del cuestionario inicial.....</i>	234
Tabla 100	<i>Ítem 15 del cuestionario inicial.....</i>	235
Tabla 101	<i>Ítem 16 del cuestionario inicial.....</i>	235
Tabla 102	<i>Ítem 17 del cuestionario inicial.....</i>	236
Tabla 103	<i>Ítem 20 del cuestionario inicial.....</i>	236
Tabla 104	<i>Ítem 20 modificado del cuestionario inicial.....</i>	237
Tabla 105	<i>Comparación de la numeración de los ítems en el cuestionario inicial y final.....</i>	237
Tabla 106	<i>Actividades semióticas, indicadores e ítems correspondientes al instrumento de exploración.....</i>	238
Tabla 107	<i>Ítem 1 de la segunda parte del cuestionario inicial para validar..</i>	238
Tabla 108	<i>Porcentajes de pertinencia y claridad en la validación, de la segunda parte del cuestionario.....</i>	239

Tabla 109	<i>Ítem 2 de la segunda parte del cuestionario inicial.....</i>	239
Tabla 110	<i>Ítem 2 modificado del cuestionario inicial.....</i>	240
Tabla 111	<i>Ítem 3 del cuestionario inicial.....</i>	240
Tabla 112	<i>Ítem 3 modificado del cuestionario inicial.....</i>	241
Tabla 113	<i>Ítem 5 del cuestionario inicial.....</i>	241
Tabla 114	<i>Ítem 5 modificado del cuestionario inicial.....</i>	242
Tabla 115	<i>Ítem 6 del cuestionario inicial.....</i>	242
Tabla 116	<i>Ítem 6 modificado del cuestionario inicial.....</i>	243
Tabla 117	<i>Implementación del instrumento de exploración.....</i>	244
Tabla 118	<i>Estadísticas de confiabilidad.....</i>	244
Tabla 119	<i>Número de ítem y variables definidas en la primera parte del instrumento de exploración.....</i>	245
Tabla 120	<i>Actividades semióticas y sus respectivas variables definidas en la primera parte del instrumento de exploración.....</i>	245
Tabla 121	<i>Frecuencias absolutas obtenidas en la actividad de formación....</i>	246
Tabla 122	<i>Resultados de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad semiótica de formación.....</i>	247
Tabla 123	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de formación.....</i>	249
Tabla 124	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem asociados a la formación.....</i>	249
Tabla 125	<i>Frecuencias absolutas obtenidas en la actividad de tratamiento..</i>	250
Tabla 126	<i>Resultados de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de tratamiento.....</i>	250
Tabla 127	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de tratamiento.....</i>	252
Tabla 128	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem asociados al tratamiento.....</i>	252
Tabla 129	<i>Frecuencias absolutas obtenidas en la actividad de conversión</i>	253
Tabla 130	<i>Resultados de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de conversión.....</i>	253
Tabla 131	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de conversión.....</i>	254
Tabla 132	<i>Medias de porcentajes de aciertos de cada ítem asociados a la conversión.....</i>	255
Tabla 133	<i>Media de porcentajes de aciertos de los alumnos del profesorado para las actividades ligadas a la semiosis.....</i>	255
Tabla 134	<i>Número de ítem y variables definidas en la segunda parte del instrumento de exploración.....</i>	255
Tabla 135	<i>Frecuencias absolutas obtenidas en las variables definidas en la segunda parte del instrumento de exploración.....</i>	258
Tabla 136	<i>Resultados de la aplicación de la segunda parte del instrumento de exploración.....</i>	258
Tabla 137	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación de la segunda parte del instrumento</i>	

	<i>exploración.....</i>	260
Tabla 138	<i>Medias de porcentajes de aciertos de cada variable.....</i>	261
Tabla 139	<i>Contenidos curriculares propuestos para 4º año de Educación Secundaria.....</i>	268
Tabla 140	<i>Aprendizajes acreditables para BP desde el Área Ciencias Naturales.....</i>	268
Tabla 141	<i>Capacidades según el PEI y el PCI.....</i>	269
Tabla 142	<i>Expectativas de logro según el PEI y el PCI.....</i>	269
Tabla 143	<i>Expectativa de logro del área Matemática para 4º año.....</i>	269
Tabla 144	<i>Estadísticas de confiabilidad del cuestionario en instancias Pretest y Postest.....</i>	275
Tabla 145	<i>Actividades de aplicación, contenidos, cantidad de RGC y de ítems de la Secuencia didáctica aplicada y de las Evaluaciones...</i>	276
Tabla 146	<i>Relación entre los objetivos y las actividades propuestas en la Secuencia didáctica y en las Evaluaciones.....</i>	277
Tabla 147	<i>Estructura de la Secuencia didáctica y de las Evaluaciones.....</i>	278
Tabla 148	<i>Actividades semióticas, indicadores e ítems correspondientes a la Secuencia didáctica.....</i>	279
Tabla 149	<i>Encuentros, fechas y cantidad de alumnos que asistieron a la Secuencia didáctica y a las Evaluaciones.....</i>	280
Tabla 150	<i>Ítems propuestos en la Actividad de aplicación N° 1.....</i>	282
Tabla 151	<i>Texto 1 de la Actividad de aplicación N° 1.....</i>	282
Tabla 152	<i>Texto 2 de la Actividad de aplicación N° 1.....</i>	284
Tabla 153	<i>Ítems 1.6, 1.7 y 1.8 de la Actividad de aplicación N° 1.....</i>	284
Tabla 154	<i>Texto 3 de la Actividad de aplicación N° 1.....</i>	284
Tabla 155	<i>Ítem 1.9 de la Actividad de aplicación N° 1.....</i>	285
Tabla 156	<i>Texto 4 de la Actividad de aplicación N° 1.....</i>	285
Tabla 157	<i>Ítems 1.10, 1.11 y 1.12 de la Actividad de aplicación N° 2.....</i>	286
Tabla 158	<i>Texto 5 de la Actividad de aplicación N° 2.....</i>	287
Tabla 159	<i>Ítems 1.13, 1.14, 1.15 y 1.16 de la Actividad de aplicación N° 2...</i>	287
Tabla 160	<i>Texto 6 de la Actividad de aplicación N° 2.....</i>	288
Tabla 161	<i>Texto 7 de la Actividad de aplicación N° 2.....</i>	290
Tabla 162	<i>Texto 8 de la Actividad de aplicación N° 2.....</i>	292
Tabla 163	<i>Texto 9 de la Actividad de aplicación N° 3.....</i>	294
Tabla 164	<i>Texto 10 de la Actividad de aplicación N° 3.....</i>	296
Tabla 165	<i>Texto 11 de la Actividad de aplicación N° 3.....</i>	297
Tabla 166	<i>Texto 12 de la Actividad de aplicación N° 3.....</i>	285
Tabla 167	<i>Ítem 1.25 de la Actividad de aplicación N° 3.....</i>	299
Tabla 168	<i>Texto 13 de la Actividad de aplicación N° 4.....</i>	301
Tabla 169	<i>Texto 14 de la Actividad de aplicación N° 4.....</i>	303
Tabla 170	<i>Ítems 1 y 2 de la Evaluación parcial.....</i>	305
Tabla 171	<i>Texto 15 de la Actividad de aplicación N° 5.....</i>	308
Tabla 172	<i>Ítems 1.a y 1.b de la Actividad de aplicación N° 5.....</i>	309
Tabla 173	<i>Ítem 2.b de la Actividad de aplicación N° 5.....</i>	311
Tabla 174	<i>Ítem 2.c de la Actividad de aplicación N° 5.....</i>	311
Tabla 175	<i>Ítems 7, 8 y 9 de la Evaluación Trimestral.....</i>	319
Tabla 176	<i>Ítems 10, 11 y 12 de la Evaluación Trimestral.....</i>	319
Tabla 177	<i>Cantidad de textos, RGC e ítems de los instrumentos de la</i>	

	<i>intervención didáctica</i>	322
Tabla 178	<i>Número de ítem y variables definidas en el instrumento Pretest-Postest, para usar en el programa SPSS</i>	326
Tabla 179	<i>Fechas y cantidad de alumnos presentes en el Pretest y Postest.</i>	326
Tabla 180	<i>Resultados de la aplicación del Pretest en el grupo control para la actividad semiótica de formación (N=20)</i>	327
Tabla 181	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Pretest en el grupo control, para la actividad de formación (N= 20)</i>	328
Tabla 182	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo control, en la actividad de formación (N= 20)</i>	328
Tabla 183	<i>Resultados de la aplicación del Pretest al grupo control para la actividad de tratamiento (N=20)</i>	329
Tabla 184	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Pretest al grupo control, para la actividad de tratamiento (N= 20)</i>	329
Tabla 185	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo control, en la actividad de tratamiento(N= 20)</i>	330
Tabla 186	<i>Resultados de la aplicación del Pretest al grupo control para la actividad de conversión (N= 20)</i>	330
Tabla 187	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento Pretest al grupo control, para la actividad de conversión (N= 20)</i>	331
Tabla 188	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo control, en la actividad de conversión (N= 20)</i>	331
Tabla 189	<i>Media de porcentajes de aciertos en el Pretest del grupo control, para cada actividad semiótica (N=20)</i>	331
Tabla 190	<i>Resultados de la aplicación del Pretest en el grupo experimental para la actividad semiótica de formación (N=17)</i>	332
Tabla 191	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Pretest en el grupo experimental, para la actividad de formación (N= 17)</i>	333
Tabla 192	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo experimental, en la actividad de formación (N=17)</i>	333
Tabla 193	<i>Resultados de la aplicación del Pretest al grupo experimental para la actividad de tratamiento (N=17)</i>	334
Tabla 194	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Pretest al grupo experimental, para la actividad de tratamiento (N= 17)</i>	334
Tabla 195	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo experimental, en la actividad de tratamiento(N=17)</i>	335
Tabla 196	<i>Resultados de la aplicación del Pretest al grupo experimental para la actividad de conversión (N= 17)</i>	335
Tabla 197	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento Pretest al grupo experimental, para la actividad de conversión (N= 17)</i>	336
Tabla 198	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del</i>	

	<i>grupo experimental, en la actividad de conversión (N=17).....</i>	336
Tabla 199	<i>Media de porcentajes de aciertos en el Pretest del grupo experimental, para cada actividad ligada a la semiosis (N=17).</i>	336
Tabla 200	<i>Resultados de la aplicación del Postest en el grupo control para la actividad semiótica de formación (N=20).....</i>	337
Tabla 201	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Postest al grupo control, para la actividad de formación (N=20).....</i>	338
Tabla 202	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest aplicado al grupo control, en la actividad de formación (N=20)..</i>	338
Tabla 203	<i>Resultados de la aplicación del Postest al grupo control para la actividad de tratamiento (N=20).....</i>	339
Tabla 204	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento Postest al grupo control, para la actividad de tratamiento (N=20).....</i>	339
Tabla 205	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest del grupo control, en la actividad de tratamiento (N=20).....</i>	340
Tabla 206	<i>Resultados de la aplicación del Postest al grupo control, para la actividad de conversión (N=20).....</i>	340
Tabla 207	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Postest al grupo control, para la actividad de conversión (N=20).....</i>	341
Tabla 208	<i>Medias de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest del grupo control, en la actividad de conversión (N=20).....</i>	341
Tabla 209	<i>Media de porcentajes de aciertos en el Postest del grupo control, para cada actividad semiótica (N=20).....</i>	341
Tabla 210	<i>Resultados de la aplicación del Postest en el grupo experimental para la actividad semiótica de formación (N=17).....</i>	342
Tabla 211	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Postest al grupo experimental, para la actividad de formación (N=17).....</i>	342
Tabla 212	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest aplicado al grupo experimental, en la actividad de formación (N=17).....</i>	343
Tabla 213	<i>Resultados de la aplicación del Postest al grupo experimental para la actividad de tratamiento (N=17).....</i>	344
Tabla 214	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento Postest al grupo experimental, para la actividad de tratamiento (N=17).....</i>	344
Tabla 215	<i>Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest del grupo experimental, en la actividad de tratamiento (N=17).....</i>	345
Tabla 216	<i>Resultados de la aplicación del Postest al grupo experimental, para la actividad de conversión (N=17).....</i>	345
Tabla 217	<i>Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Postest al grupo experimental, para la actividad de conversión (N=17).....</i>	345
Tabla 218	<i>Medias de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest del grupo experimental, en la actividad de conversión (N=17).....</i>	346
Tabla 219	<i>Media de porcentajes de aciertos en el Postest del grupo</i>	

Tabla 220	<i>experimental, para las actividades ligadas a la semiosis (N=17). Resultados del desempeño de los alumnos del grupo experimental (N=17).....</i>	346 346
Tabla 221	<i>Análisis cualitativo de las variables implicadas en el Pretest y Postet para el grupo control y experimental.....</i>	347
Tabla 222	<i>Comparación de las medias de porcentajes de aciertos del grupo control y experimental, en el Pretest y Postest, para las actividades semióticas.....</i>	349
Tabla 223	<i>Descriptivos de las variables construidas.....</i>	351
Tabla 224	<i>Prueba T para la igualdad de medias en el Pretest.....</i>	353
Tabla 225	<i>Prueba T para la igualdad de medias en el Postest.....</i>	354
Tabla 226	<i>Prueba T para comparar Pretest y Postest del grupo control.....</i>	355
Tabla 227	<i>Prueba T para comparar Pretest y Postest del grupo experimental.....</i>	356
Tabla 228	<i>Resultados obtenidos en el análisis ontosemiótico, diferencias y similitudes.....</i>	368

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Organigrama del trabajo de Tesis Doctoral</i>	46
Figura 2	<i>Ciclo de la representación consciente</i>	62
Figura 3	<i>Clasificación y funciones de las representaciones</i>	63
Figura 4	<i>Interpretación de las representaciones según Duval (1999)</i>	63
Figura 5	<i>Representaciones mentales y semióticas</i>	65
Figura 6	<i>Tipología de las representaciones</i>	65
Figura 7	<i>Circuito de adquisición del conocimiento</i>	67
Figura 8	<i>Conceptualización en Biología</i>	68
Figura 9	<i>Distintas representaciones y relaciones, para el objeto matemático “función”</i>	69
Figura 10	<i>Fenómenos que se enfrentan al desarrollo del conocimiento (Duval, 1999)</i>	70
Figura 11	<i>Actividad extraída de Purves et al. (2002, p. 977)</i>	75
Figura 12	<i>Planos de expresión y su interacción</i>	81
Figura 13	<i>Dimensiones de un signo según Saussure (1945)</i>	82
Figura 14	<i>Representación de un conflicto semiótico</i>	83
Figura 15	<i>Taxonomía de los conflictos semióticos</i>	83
Figura 16	<i>Vinculación de los objetos matemáticos</i>	85
Figura 17	<i>Ciclo de la significación de un objeto matemático</i>	86
Figura 18	<i>Relaciones dialécticas entre pensamiento, lenguaje matemático y situaciones-problema</i>	88
Figura 19	<i>Tipología de los signos matemáticos artificiales según Rotman (1996)</i>	92
Figura 20	<i>Configuraciones epistémicos</i>	102
Figura 21	<i>Modelo ontosemiótico de análisis de textos</i>	104
Figura 22	<i>Vinculación de las variables, dimensiones e indicadores aplicados en el análisis ontosemiótico</i>	112
Figura 23	<i>Porcentaje de los distintos tipos de signos artificiales en los textos escolares</i>	116
Figura 24	<i>Porcentajes de las categorías de diagramas que figuran en los textos escolares</i>	118
Figura 25	<i>Porcentajes de la clasificación de las gráficas que figuran en los textos escolares</i>	120
Figura 26	<i>Porcentajes para la clasificación de los mapas que figuran en los textos escolares</i>	122
Figura 27	<i>Porcentajes de la clasificación de ilustraciones que figuran en los textos escolares</i>	124
Figura 28	<i>Porcentajes de las representaciones gráficas que figuran en los textos escolares</i>	125
Figura 29	<i>Ejemplo de fotografía extraída del texto 2</i>	127
Figura 30	<i>Ejemplo de dibujo figurativo extraído del texto 2</i>	127
Figura 31	<i>Ejemplo de dibujo figurativo+signos extraída del texto 1</i>	128
Figura 32	<i>Ejemplo de figurativa+signos normalizados extraída del texto 8</i>	128

Figura 33	<i>Ejemplo de dibujo esquemático extraída del texto 6.....</i>	128
Figura 34	<i>Ejemplo de dibujo esquemático+signos extraída del texto 2.....</i>	129
Figura 35	<i>Ejemplo de descripción en signos normalizados extraída del texto 3....</i>	129
Figura 36	<i>Porcentajes de los indicadores para la iconicidad que figuran en los textos escolares.....</i>	130
Figura 37	<i>Ejemplo de figura inoperante extraída del texto 2.....</i>	131
Figura 38	<i>Ejemplo de figura operativa elemental extraída del texto 3.....</i>	131
Figura 39	<i>Ejemplo de figura sintáctica extraída del texto 8.....</i>	131
Figura 40	<i>Frecuencias porcentuales del total de ilustraciones inoperantes, operativas y sintácticas en los textos escolares.....</i>	132
Figura 41	<i>Ejemplo de figura sin etiquetas, extraída del texto 10.....</i>	133
Figura 42	<i>Ejemplo de figura nominativa, extraída del texto 4.....</i>	133
Figura 43	<i>Ejemplo de figura relacional, extraída del texto 10.....</i>	133
Figura 44	<i>Frecuencias porcentuales del total de ilustraciones sin etiquetas, nominativas y relacionales, en los textos escolares.....</i>	134
Figura 45	<i>Ejemplo de un problema del texto 10 presentado para la evolución de los dinosaurios.....</i>	136
Figura 46	<i>Ejemplo de un ejercicio extraído del texto 6 y propuesto para completar un cuadro que relacione el nombre de los naturistas que aportaron a la teoría de la evolución y la época en que lo realizaron.....</i>	136
Figura 47	<i>Ejemplo de una experiencia extraída del texto 1, para estudiar la nutrición en los vegetales.....</i>	136
Figura 48	<i>Ejemplo de un cuestionario extraído del texto 8, propuesto para la circulación de materia y energía en el ecosistema.....</i>	137
Figura 49	<i>Gráfico de sectores para visualizar el porcentaje total de las diferentes situaciones, en los textos escolares.....</i>	138
Figura 50	<i>Ejemplo de ecuación química en el texto 1.....</i>	139
Figura 51	<i>Ejemplo de la deducción de la ecuación referida a la estimación del tamaño poblacional, en el texto 8.....</i>	139
Figura 52	<i>Porcentaje del total de signos artificiales en los textos universitarios.....</i>	159
Figura 53	<i>Porcentajes de las categorías de diagramas que figuran en los textos universitarios.....</i>	160
Figura 54	<i>Porcentajes de la clasificación de las gráficas que figuran en los textos universitarios.....</i>	162
Figura 55	<i>Porcentajes para la clasificación de los mapas que figuran en los textos universitarios.....</i>	164
Figura 56	<i>Porcentajes de la clasificación de ilustraciones que figuran en los textos universitarios.....</i>	166
Figura 57	<i>Porcentajes de las representaciones gráficas que figuran en los textos universitarios.....</i>	167
Figura 58	<i>Porcentajes de los diagramas y gráficas cartesianas que figuran en los textos universitarios.....</i>	168
Figura 59	<i>Porcentajes de los indicadores de la iconicidad en los textos universitarios.....</i>	171
Figura 60	<i>Frecuencias porcentuales del total de ilustraciones inoperantes, operativas y sintácticas, en los textos universitarios.....</i>	172
Figura 61	<i>Frecuencias porcentuales del total de etiquetas verbales, en los textos universitarios.....</i>	173

Figura 62	<i>Gráfico de sectores para visualizar el porcentaje total de las diferentes situaciones, en los textos universitarios.....</i>	175
Figura 63	<i>Primera sección del instrumento didáctico.....</i>	196
Figura 64	<i>Segunda sección del instrumento didáctico.....</i>	199
Figura 65	<i>Tercera sección del instrumento didáctico.....</i>	200
Figura 66	<i>Proporción de variables semióticas halladas en el instrumento didáctico.....</i>	201
Figura 67	<i>Proporción de variables semióticas halladas en cada sección del instrumento didáctico.....</i>	202
Figura 68	<i>Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en la primera sección.....</i>	202
Figura 69	<i>Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en la segunda sección.....</i>	203
Figura 70	<i>Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en la tercera sección.....</i>	204
Figura 71	<i>Porcentajes de desempeño del ciclo 2011, vinculado a las actividades semióticas.....</i>	205
Figura 72	<i>Ejercicios referidos a RGC propuestos para el Tema 1.....</i>	208
Figura 73	<i>Ejercicios referidos a RGC propuestos para el Tema 2.....</i>	210
Figura 74	<i>Porcentaje de variables semióticas halladas en el instrumento didáctico.....</i>	211
Figura 75	<i>Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en el Tema 1....</i>	211
Figura 76	<i>Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en el Tema 2....</i>	213
Figura 77	<i>Porcentajes de desempeño del ciclo 2012, vinculado a las actividades semióticas.....</i>	215
Figura 78	<i>Texto introductorio y RGC de líneas comparativas, propuestos en el cuestionario inicial.....</i>	223
Figura 79	<i>RGC de puntos propuesta en el cuestionario inicial.....</i>	224
Figura 80	<i>Porcentaje de ítems referidos a las actividades semióticas presentes en el instrumento de exploración.....</i>	245
Figura 81	<i>Gráfico de barras de las frecuencias porcentuales correspondientes a las respuestas obtenidas en la actividad de formación en el instrumento de exploración.....</i>	248
Figura 82	<i>Gráfico de barras de las frecuencias porcentuales correspondientes a las respuestas obtenidas en la actividad de tratamiento en el instrumento de exploración.....</i>	251
Figura 83	<i>Gráfico de las frecuencias porcentuales correspondientes a las respuestas obtenidas en la actividad de conversión en el instrumento de exploración.....</i>	254
Figura 84	<i>Gráfico de barras de las frecuencias porcentuales correspondientes a las respuestas obtenidas en la segunda parte del instrumento de exploración.....</i>	259
Figura 85	<i>Descripción del Instrumento de exploración.....</i>	261
Figura 86	<i>Diagrama de flujo correspondiente a los contenidos conceptuales abordados en la intervención Didáctica implementada.....</i>	273

Figura 87	<i>Modelo de Odum</i>	281
Figura 88	<i>Ítem 1.1 de la Actividad de aplicación N° 1</i>	283
Figura 89	<i>Ítems 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5 de la Actividad de aplicación N° 1</i>	283
Figura 90	<i>Ítem 1.17 de la Actividad de aplicación N° 2</i>	288
Figura 91	<i>Ítem 1.18.a de la Actividad de aplicación N° 2</i>	289
Figura 92	<i>Ítem 1.18.b de la Actividad de aplicación N° 2</i>	289
Figura 93	<i>Ítem 1.19 de la Actividad de aplicación N° 2</i>	291
Figura 94	<i>Actividad propuesta para estimar el tamaño poblacional</i>	293
Figura 95	<i>Ítem 1.20 de la Actividad de aplicación N° 3</i>	294
Figura 96	<i>Ítem 1.21 de la Actividad de aplicación N° 3</i>	295
Figura 97	<i>Ítem 1.22 de la Actividad de aplicación N° 3</i>	296
Figura 98	<i>Ítem 1.23 de la Actividad de aplicación N° 3</i>	297
Figura 99	<i>Ítem 1.24 de la Actividad de aplicación N° 3</i>	298
Figura 100	<i>Ítem 1.26 de la Actividad de aplicación N° 4</i>	301
Figura 101	<i>Ítem 1.27 de la Actividad de aplicación N° 4</i>	303
Figura 102	<i>Ítem 1.28 de la Actividad de aplicación N° 4</i>	304
Figura 103	<i>Ítem 3 de la Evaluación parcial</i>	305
Figura 104	<i>Ítems 4 y 5 de la Evaluación parcial</i>	306
Figura 105	<i>Ítem 6 de la Evaluación parcial</i>	306
Figura 106	<i>Ítem 7 de la Evaluación parcial</i>	307
Figura 107	<i>Ítem 8 de la Evaluación parcial</i>	307
Figura 108	<i>Ítem 2.a de la Actividad de aplicación N° 5</i>	310
Figura 109	<i>Ítem 2.d de la Actividad de aplicación N° 5</i>	313
Figura 110	<i>Porcentajes de respuestas correctas e incorrectas, obtenidas en la Actividad N° 5 de la secuencia didáctica</i>	314
Figura 111	<i>Ítems 1 y 2 de la Evaluación Trimestral</i>	316
Figura 112	<i>Ítem 3 de la Evaluación Trimestral</i>	317
Figura 113	<i>Ítem 4 de la Evaluación Trimestral</i>	317
Figura 114	<i>Ítem 5 de la Evaluación Trimestral</i>	318
Figura 115	<i>Ítem 6 de la Evaluación Trimestral</i>	318
Figura 116	<i>Frecuencias obtenidas en la evaluación trimestral</i>	320
Figura 117	<i>Descripción de la Intervención Didáctica</i>	321
Figura 118	<i>Prueba K-S para una muestra</i>	351
Figura 119	<i>Síntesis de los resultados del contraste Pretest-Postest</i>	356
Figura 120	<i>Resultados en las tres actividades semióticas del grupo experimental</i>	358
Figura 121	<i>Resultados en las tres actividades semióticas del grupo control</i>	358
Figura 122	<i>Resultados totales de ambos grupos (experimental y control)</i>	359

Capítulo 1

Planteamiento del problema

Hace falta llevar un caos adentro de sí
para poder dar a luz una estrella bailadora.
Nietzsche

1.1 Introducción

Los individuos estamos inmersos en una cultura visual repleta de representaciones gráficas, usadas como herramientas para comunicar ideas y fenómenos. La dialéctica entre la realidad y la representación se remonta a los comienzos de la palabra escrita, cuando ya la tecnología alfabética desarticuló la captación meramente auditiva de la palabra para convertirla en visual, produciendo con ello un cambio fundamental en el significado. Las representaciones que nos rodean pueden ser de diferentes tipos como diagramas, ilustraciones, gráficas cartesianas, mapas, esquemas, ecuaciones, etc. (Postigo y Pozo, 1999). Las representaciones gráficas han sido fundamentales en el desarrollo de las Ciencias Naturales (Grilli, Laxague y Barboza, 2015), y en el caso particular de su enseñanza, caracterizadas por la manipulación y control de los fenómenos naturales, las representaciones en general, y las representaciones gráficas cartesianas (RGC) en particular, pueden ser muy útiles para expresar y comunicar las relaciones entre dos o más variables (Jiménez Tejada, 2009), analizar su variación (Arias, Leal y Organista, 2011), así como la transformación de significados cuando se opta por distintas escalas o niveles organizacionales.

La Biología de Poblaciones (BP) se sostiene en una serie de conceptos, procedimientos y actitudes que impactan de modo muy directo en la construcción de competencias vinculadas con el accionar del alumno en su interacción con el medio ambiente. Es la rama de la Biología encargada de estudiar la evolución (Jiménez Aleixandre, 1990; Tamayo Hurtado, 2004) y las variaciones genéticas de este nivel de organización, tanto como las interacciones de estas estructuras en sus hábitats naturales, por lo cual incluye una dimensión sostenida en la Genética y otra en la Ecología. Una población (Berryman, 2002; Camus y Lima, 2002; Schaefer, 2006) puede estudiarse desde una visión demográfica (Jiménez Tejada, 2009) analizando los diferentes aspectos o

características que la regulan a partir del conocimiento de propiedades emergentes como la distribución espacial, las relaciones tróficas, la natalidad, la mortalidad, la supervivencia, el crecimiento, la competencia intra e interespecífica, y otras relaciones no competitivas. La dinámica de este nivel de organización se puede representar mediante modelos matemáticos en los cuáles se relacionan variables que representan por ejemplo los cambios en el tiempo y en el espacio del número de individuos y la estructura genética de poblaciones, o la composición de especies en comunidades biológicas, entre otras. Por ello, en la enseñanza y aprendizaje de conceptos biológicos se hace necesario desarrollar no sólo el dominio de dichos conceptos, sino también la habilidad de representarlos utilizando diferentes formas (Arias et al., 2011) entre las que se destacan las RGC, ya que constituyen una forma habitual de comunicación científica y una herramienta útil para el trabajo didáctico en este contenido (García García, 2005).

El uso e interpretación de gráficas es importante en el desarrollo de la competencia científica; este conocimiento científico y el uso que se hace del mismo, induce no sólo la adquisición de nuevos conocimientos, sino la formación de los estudiantes en su interaccionar con la sociedad contemporánea (Jorge y Márquez, 2009). La formación del alumno estructura representaciones, identificaciones, métodos y actitudes, impactando en el plano cognitivo y en lo socio-afectivo, conformando cambios cualitativos más o menos profundos (Díaz de Kóbila, 2003, citado en Gorodokin, 2006). El aprendizaje de los gráficos en BP, se puede vincular a las relaciones funcionales propias de una población, o a las que figuran en el contexto de una comunidad ecológica. Son frecuentes por ello las RGC, definidas en este nivel como representaciones que expresan una relación cuantitativa entre dos variables a través de distintos elementos espaciales como barras, líneas, puntos, etc. Generalmente los novatos tienden a realizar un procesamiento muy ligero y en la mayoría de los casos se limitan a la lectura de los datos y al reconocimiento de aspectos puntuales de las RGC, apareciendo dificultades cuando se indaga en niveles más profundos de interpretación de la información representada (Preece y Janvier, 1993; González Astudillo y Sierra Vázquez, 2004; Pozo y Flores, 2007), o cuando se solicita su construcción. Jiménez Tejada (2009) afirma que los alumnos tienen dificultades para diferenciar diversos conceptos estructurantes de Ecología, como población, comunidad y especie, lo que puede influir junto a los modelos matemáticos en la deficiente comprensión de la dinámica de poblaciones.

El mundo orgánico es tan matemático como el inorgánico (Thompson, 1917, citado en Plaza y Pobrete, 2010) y muchas de las dificultades del aprendizaje de las nociones biológicas podrían estar vinculadas a la necesidad de comprender las herramientas matemáticas usadas en su enseñanza. La naturaleza del lenguaje matemático es entendida de formas muy diversas entre docentes y alumnos, dificultando de esta manera su comunicación y su aprehensión. Según Pimm (1990), hasta cierto punto, nadie deja nunca de aprender un lenguaje, a medida que nuestro sentido del control y dominio de estos sistemas aumenta a la luz de experiencias más amplias y profundas, su riqueza no es frecuentemente utilizada con fines didácticos en las clases ni en las producciones escritas, es por esto que el estudio de la naturaleza del lenguaje matemático y de los principios y reglas que lo rigen tiene un valor fundamental aportando elementos importantes para la práctica escolar en sí, así como para el diseño

de los materiales escritos. La incorrecta utilización del lenguaje matemático en el aula o en los libros de texto influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que acarrea graves problemas. Se desconoce el grado de influencia o las implicancias de estas dificultades cuando se trata específicamente la vinculación a conceptos de BP.

Todos estos problemas influyen, aunque de manera distinta, tanto a la hora de interpretar como de construir la representación gráfica de una determinada situación funcional. Si además se consideran situaciones no estrictamente matemáticas, sino pertenecientes a un determinado contexto, en este caso en particular al de BP, en su interpretación habrá que vincular los procesos de aprendizaje inherentes a dicho contexto. Lo ideal sería que los conceptos matemáticos ayudaran a comprender los fenómenos estudiados en la clase de Biología y que éstos a su vez enriquecieran a los primeros. Sin embargo, existe una falta de interconexión curricular entre Matemática y Biología y ello puede acarrear inconvenientes en el proceso de la construcción social del conocimiento, pues al estudiante no se le presentan los conocimientos de las diferentes áreas de manera holística sino desagregada (Jiménez Tejada, 2009, p.97). La importancia de las representaciones en la construcción del conocimiento, es una de las propuestas favorecedoras del nuevo modelo del docente facilitador del aprendizaje, como investigador de los procesos de aula (Porlán Ariza, 1987, p.63), que conlleva una visión o una coherencia epistemológica entre diferentes contextos, a saber, ciencia, aprendizaje y enseñanza (Benarroch y Marín, 2011, p.290).

En esta investigación se presenta una indagación acerca de la enseñanza y aprendizaje de las representaciones gráficas dadas en una referencia cartesianaortonormada, o en diagramas cartesianos en el dominio de la Biología, especialmente en el sub-dominio de BP, área en la que son abundantes los conceptos que se relacionan con este tipo de representaciones. El objetivo se centra en estimar el estudio vinculado a la interacción de los alumnos de Educación Secundaria con las RGC en contextos referidos a conceptos estructurantes de BP, analizando sus dificultades para lograr la semiosis, es decir el proceso de asociación de signos en la producción de significación interpretativa, a través del análisis de las tres actividades cognitivas fundamentales de representación: la *formación*, el *tratamiento* y la *conversión* (Duval, 1999).

Conocer e indagar acerca del desarrollo de los contenidos, de las funciones cognitivas y de las actividades ligadas a la semiosis implicadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de conceptos específicos de BP vinculados a las RGC, por parte de los estudiantes de Educación Secundaria, sugirió la necesidad de analizar libros de texto en las bibliotecas escolares y libros de texto utilizados en la formación de profesores en los Institutos de Formación docente en el área de Biología, constituyéndose en este sentido, en una investigación descriptiva. Pero además, analizar los materiales didácticos aplicados en clases en una escuela pública de gestión estatal de la provincia de Mendoza, e implementar e indagar en el impacto de una Intervención Didáctica específicamente diseñada para estudiar las dificultades cognoscitivas detectadas en estos procesos, la conforma además en una investigación experimental.

Por lo tanto, en este trabajo de Tesis Doctoral, se propone en líneas generales:

- Analizar las RGC recogidas en libros de texto de Biología de Educación Secundaria y de Formación de Profesorado de Biología, en los capítulos

referidos a BP.

- Indagar en las capacidades cognoscitivas, específicamente en las actividades ligadas a la semiosis, de los alumnos de Formación de Profesorado de Biología, y de los estudiantes de Educación Secundaria para construir, interpretar y diseñar RGC relacionadas con la BP.
- Evaluar los progresos y mejoras que experimentan las capacidades cognoscitivas de los estudiantes de Educación Secundaria tras una Intervención didáctica específicamente diseñada para tal fin.

1.2 Justificación y relevancia

El conocimiento de la Biología y de las restantes ciencias de la naturaleza, proporciona las bases para conocer el mundo en que vivimos, comprender nuestro entorno y permitir acercarnos a los enormes avances y desarrollos científicos y tecnológicos. Es por esto que la Biología y las demás ciencias de la naturaleza encierran en sí mismas un elevado valor cultural. Para la comprensión del mundo moderno desarrollado tecnológicamente, es necesario estar alfabetizados en Biología. La demanda creciente de conocimiento científico por el público en general, es un indicador del gran impacto social de la revolución científico-técnica. Por esto, es necesario que se logre en la educación básica una formación en esta área de conocimiento, la adquisición de los instrumentos conceptuales elementales para interpretar una realidad cada vez más tecnificada e impregnada de elementos científicos, así como el logro de una actitud crítica ante las consecuencias que se derivan de los avances científicos, fomentando la participación en los graves problemas con los que se enfrenta actualmente la humanidad, como el calentamiento global o la pérdida de biodiversidad por ejemplo.

Dos grandes ideas sostienen a la Biología moderna, la primera sustenta que todas las teorías biológicas se basan en “conceptos” y la segunda es la idea de “cambio” que implica la evolución de los seres vivos (Mayr, 2006; Jiménez Tejada, 2009). En el primer caso, la complejidad de los sistemas vivientes determina los grupos de propiedades en diferentes niveles de organización, de cuyo análisis emergen aportes para la comprensión de los sistemas. Pensar analíticamente no refiere a enfoques reduccionistas, sino por el contrario a estudios holísticos. El concepto de biopoblación (Folguera y Marcos, 2013) señala la diferencia entre ambos enfoques, puesto que incluye la noción de individuo como único, singular (no hay dos individuos idénticos), y las poblaciones no difieren en sus esencias sino en los valores medios estadísticos. Según Mayr (2006), la biopoblación presenta un valor medio estadístico abstracto, el pensamiento poblacional y las poblaciones no son leyes, sino conceptos. Una serie de conceptos de la Biología como: territorio, selección natural, recursos y aislamiento geográficos han sido base entre otros de formulaciones teóricas, los cuáles reformulados adecuadamente pueden adquirir la forma de leyes, pero esto no significa que sean homólogas a las leyes newtonianas. Los procesos biológicos están sometidos a una

causación dual: programas genéticos e interacciones con el ambiente (Jiménez Aleixandre, 1990; Tamayo Hurtado, 2004).

Y dentro de esta ciencia es importante considerar a la BP, ya que supone una base sólida y necesaria para el conocimiento de la misma. Sus contenidos permiten explicar una buena parte de los fenómenos naturales que acontecen en el macro-mundo y dar respuestas a un cúmulo de interrogantes en el ámbito cotidiano y circunstancial. La BP tiene como objeto de estudio a las poblaciones biológicas de organismos, especialmente en términos de biodiversidad, evolución y biología ambiental. Las poblaciones se analizan a través de parámetros como la *variabilidad*, la *densidad* y la *estabilidad*, teniendo en cuenta los procesos ambientales y los eventos que influyen en dichos parámetros. La biodiversidad o diversidad biológica estudia la variabilidad de organismos vivos, sus hábitats y sistemas ecológicos, incluyendo la diversidad en las especies y, entre especies y ecosistemas. La preservación de una especie en un determinado hábitat, desde una mirada conservacionista, generalmente no se basa en el conocimiento de la función que ésta cumple en el ecosistema, sino que se basa en motivaciones éticas y/o estéticas. Para la conservación de una especie hay que predecir las fluctuaciones del tamaño de la población, que pueden determinarse por características intrínsecas o por la presencia de interacciones bióticas o variaciones del ambiente. Estos contenidos se han constituido en fundamentos importantes para principiantes y para la misma historia y epistemología de las ciencias.

Para abordar las diversas dimensiones que inciden en la BP se requiere una mirada interdisciplinaria, pues en ella sus conceptos se conjugan junto a la Semiótica, la Epistemología, la Historia de la Ciencia, la Psicología cognitiva y la Didáctica de la Ciencia (Matus, Benarroch y Perales, 2008; Álvarez Tamayo, 2011). La Didáctica de la Biología es un campo amplio, abastecido por los principios generales de la Biología, manifestados por diversos mecanismos de intervención para la enseñanza, invitando a los docentes a la búsqueda constante de estrategias y de recursos, atendiendo a la construcción del conocimiento y divulgación en el ámbito de la ciencia erudita, dominio cuya estructura es de coherencia sintáctica. La lectura, interpretación y traducción hacia la ciencia escolar, conduce inevitablemente a generar una estructura de coherencia curricular.

El acceso al conocimiento es una propiedad compleja, derivada de la evolución de las formas de organización de la materia y del desarrollo de sistemas culturales de gestión del conocimiento que posee también una complejidad creciente. La construcción de las funciones cognitivas y en especial la función de conocer o representar explícitamente las propias representaciones cognitivas, se completa en un proceso de humanización culturalmente mediado a nuevos sistemas de representación y conocimiento (Pozo, 2003, p.17). Para el logro de un aprendizaje, el sistema de información debe propiciar la construcción de representaciones del mundo y además facilitar los procesos de ajuste de los contenidos de esas representaciones a la información dada. En este sentido la adquisición de conocimiento se enmarca en la producción y transmisión de representaciones mentales explícitas mediadas por el uso de sistemas culturales o externos de representación (Pozo, 2003). Un organismo vive en un determinado ambiente y depende tanto de la configuración física de los estímulos como de la organización cognitiva que el propio organismo impone a esos estímulos, de este modo

los ambientes se constituyen en “nichos cognitivos” construidos por los propios organismos. “Nuestra capacidad de conocer es producto de las formas específicas en que aprendemos, que a su vez, son resultado de nuestra capacidad de conocernos a nosotros mismos y a través de nosotros, conocer el mundo” (Pozo, 2003, p.16).

Una representación gráfica (Postigo et al., 1999), es algo compuesto de marcas que pueden ser puntos, líneas, sombras, colores, etc., sobre una superficie bidimensional de tal manera que las marcas conllevan un significado a través de las propiedades de su disposición espacial en la superficie (tamaño, forma, densidad y distribución). El dispositivo espacial está diseñado para representar algún referente, sea real o imaginado y, dentro de los diferentes formatos gráficos, Postigo y Pozo (2000) distinguen cuatro tipos de información gráfica: *diagramas*, *gráficas*, *mapas* e *ilustraciones*. Los gráficos tienen diferentes funciones, pueden utilizarse para captar la atención, introducir un contenido conceptual, presentar una serie de datos, simplificar la información, ilustrar conceptos, como también facilitar la comprensión y el aprendizaje. Estas funciones implican una selección y especificación del gráfico utilizado, de modo que un tipo de representación será más adecuado que otro según el propósito u objetivo predeterminado.

Las RGC son representaciones semióticas analógicas, de las cuales se destacan las *gráficas cartesianas*, dadas en un sistema de referencia cartesiano ortogonal (ejes perpendiculares entre sí y un punto en común llamado origen de la referencia); corresponden a aquellas representaciones que expresan relaciones cuantitativas entre variables a través de distintos elementos espaciales como puntos, líneas, barras, etc. Además, en este trabajo, son RGC los *diagramas cartesianos* que vinculan variables que pueden ser cualitativas o cuantitativas.

Según Duval (1999), para que un sistema semiótico pueda ser un registro de representación, debe permitir las tres actividades cognitivas fundamentales ligadas a la semiosis: *formación*, *tratamiento* y *conversión*. Las tareas de producción de una respuesta, sea un texto o una representación gráfica, movilizan al mismo tiempo la *formación* de representaciones semióticas y su *tratamiento*. Así mismo las tareas de comprensión pueden movilizar las tres actividades fundamentales, sin embargo existen reglas de funcionamiento propias a cada una de ellas que dependen de los sistemas semióticos utilizados. La *conversión* se ejemplifica por ejemplo en las operaciones de traducción, ilustración o interpretación, por ello la representación en gráficas cartesianas de los datos del enunciado de un problema es el resultado gráfico de la *conversión* de la expresión lingüística en el registro de una escritura gráfica.

Caracterizar estas dimensiones a su vez, permite dar origen a indicadores que favorecen el análisis de la construcción semiótica que realiza un individuo al interactuar con una RGC. En este caso, el tratamiento semántico del concepto conduce necesariamente a la semiosis. Esos indicadores permiten que emerjan actividades de aplicación de los estudiantes como por ejemplo: el establecimiento del número de variables, el reconocimiento de escalas, la asignación de títulos o la transferencia de conceptos, entre otras. Por lo tanto, estudiar a las RGC también significa relacionarse con el campo de los registros de expresión o representación de Duval (1999), quien propone reemplazar la acumulación de conocimientos ajenos desarticulados, por un modelo en donde éstos

se combinan en una ayuda recíproca. En este sentido los conceptos son vistos como objetos por aprehender, y mientras más interacción se tenga con un objeto, se tendrá una mejor concepción o representación mental del mismo. Para llevar a cabo tal aprehensión, los objetos deben ser representados, ya que son estas representaciones las que realmente seremos capaces de manipular. Es decir, un registro de representación es un sistema de signos utilizados para representar una idea u objeto matemático y su uso es esencial para el pensamiento matemático. Para lograr el aprendizaje de un objeto matemático es importante abordarlo desde sus diferentes representaciones, aunque pudiera parecer obvio, debe enfatizarse que no debe confundirse al objeto matemático con su representación. El fenómeno de la representación se refiere y abarca a la comunicación, al funcionamiento cognitivo del pensamiento y a la comprensión.

El Álgebra, la Geometría y la Aritmética no constituyen un registro de representación, ellos son dominios de la Matemática, pero se habla del registro de las figuras geométricas construidas con regla y compás, del registro de las figuras geométricas producidas por un determinado software, o del registro de las RGC, etc. La emergencia de la computadora en el campo educativo ha potenciado la posibilidad de la explotación de los registros de representación en la enseñanza de los objetos matemáticos. Las “funciones” constituyen uno de los objetos matemáticos más estudiados, y para adquirir su noción es necesario recurrir a los registros de representación, que constituyen sistemas de signos que permiten expresarlas y representarlas de diversas maneras. Swan (1982) estableció que las representaciones más útiles para las funciones matemáticas son las tablas de valores, los gráficos cartesianos y las expresiones simbólicas, y Janvier (1987) indicó las habilidades necesarias para realizar sus respectivas conversiones, como esbozar, modelizar, dibujar. Por ejemplo, pasar del esquema funcional que permite definir una función real, a su RGC es un problema de cambio de registro o *conversión*. Las representaciones semióticas muestran y utilizan registros diferentes y la habilidad para cambiar de un registro a otro resulta necesaria para el aprendizaje de este objeto matemático. “La comprensión (integradora) de un contenido conceptual reposa en la coordinación de al menos dos registros de representación, y esta coordinación se manifiesta por la rapidez y la espontaneidad de la actividad cognitiva de *conversión*”. (Duval, citado en Ibarra, Bravo y Grijalva, 2001, p. 108). Este proceso no es espontáneo en los alumnos, muy por el contrario, pasar de una forma de representación algebraica a otra gráfica es una prueba de flexibilidad.

Siguiendo con el ejemplo anterior, resulta evidente que mientras se realiza la *conversión* se generan una serie de imágenes mentales de la RGC que condicionan también el razonamiento que interviene en el proceso de su construcción. Existe una estrecha relación entre los aspectos matemáticos puestos en juego y los aspectos mentales de los procesos de representación. Duval (1999) considera al conocimiento conceptual (la comprensión) como el invariante de múltiples representaciones semióticas. Muchas de las dificultades encontradas por los estudiantes pueden ser descritas y explicadas como una falta de coordinación de registros de representación. Es por esto, que se propone definir variables independientes específicas para contenidos cognitivos y organizar propuestas didácticas para desarrollar la coordinación de registros de representación ya que cada registro enfatiza más adecuadamente alguna propiedad o significado de la noción en cuestión, el éxito puede lograrse considerando la riqueza de las representaciones mentales de los conceptos matemáticos.

Postigo et al. (2000) proponen que las operaciones de procesamiento de la información proveniente de una RGC se resuelven en tres niveles de comprensión: *explícita*, *implícita* y *conceptual*, las cuales forman parte de un continuo. García García (2005) describe estos tres niveles, y establece que para el nivel de comprensión *explícita* se tengan en cuenta por ejemplo los procedimientos: asignación de título, identificación de variables y lectura de los datos de una gráfica; para el nivel *implícito*, considera a la clasificación e identificación de las relaciones entre variables y el reconocimiento de términos; y para el nivel de comprensión *conceptual*, elaboración de síntesis, explicaciones y predicciones. Que el sujeto interprete una gráfica siguiendo estos tres niveles depende de su habilidad en la decodificación de la sintaxis de la misma, de su conocimiento sobre el contenido representado y de las características de la gráfica o de las variables o factores de la tarea que rodea a su aprendizaje. Es de gran interés la relación entre las características de estos niveles de información con las actividades del estudiante para acceder a cada uno, ello estará de la mano con las estrategias didácticas que favorecerán esa acción. Para lo cual, se considera necesario realizar una verdadera acomodación de los procesos de enseñanza a las peculiaridades cognoscitivas del alumno, complementando la perspectiva científica con modelos cognoscitivos que orienten a los alumnos en la búsqueda de la información y se acomoden a las distintas propuestas de enseñanza (Benarroch y Marín, 1997, p.3).

Sin embargo, un aprendiz accede a la información propuesta por la representación gráfica, a lo largo de un continuo incluyendo otros componentes sintácticos y semánticos. Advertir por ejemplo sobre el impacto ambiental provocado por la introducción de una especie nueva o la eliminación de una existente, por parte de un estudiante, está relacionado al desarrollo de las actividades ligadas a la semiosis, pues el acto comunicativo es omnipresente mediante distintos recursos gráficos destacándose las RGC. En el proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos biológicos se les presenta a los alumnos con mucha frecuencia la posibilidad de utilizar su habilidad para manejar y comunicar información a partir de gráficas, y un ciudadano promedio debe estar capacitado para su interpretación (Guzmán, 1984, citado en García García, 2005). “Es así como a través de las diferentes investigaciones y conclusiones sobre las gráficas cartesianas se resalta la importancia de una enseñanza en las ciencias que promueva el aprendizaje del análisis e interpretación correcta de sus datos” (Arias et al., 2011, p.110).

Diversos estudios sobre las representaciones en el campo de la didáctica de la Matemática, Biología, Física y Química, advierten que los estudiantes manifiestan conflictos en la interpretación y en el uso de la información suministrada en diferentes representaciones gráficas así como en su construcción. Tall y Vinner (1981) realizan una distinción entre el proceso de adquisición y representación mental de un concepto matemático con la definición formal del mismo, considerando las diferencias entre las definiciones formales, personales, como también con los esquemas conceptuales que incluyen las imágenes mentales, las propiedades y los procesos asociados al concepto que se construye a lo largo de los años y las experiencias. En las ciencias morfológicas suele ser parte importante de su enseñanza, la representación gráfica de las estructuras observadas y la adecuada interpretación de las imágenes que se utilizan en el abordaje de sus contenidos conceptuales, y a pesar del carácter fundamental en el desarrollo de estas disciplinas, se detectan dificultades en la comprensión y en la representación de

imágenes por parte de los estudiantes. Algunas de esas dificultades recurrentes se vislumbran en la incapacidad de interpretación de la tridimensionalidad o de las escalas, en la falta de proporcionalidad de los elementos representados, o en la falta de discriminación de elementos cuando se producen cambios de referencias (Russell Gebbett, 1984; Serrano, 1987).

Para Ruiz Higuera (1991), la resolución gráfica de ecuaciones permite al docente poner en práctica un contrato didáctico ostensivo en cuanto a la representación gráfica de funciones; sin embargo esta utilización transparente y naturalizada se constituye en un obstáculo didáctico, ya que surge de una necesidad para dar significación a las prácticas algebraicas, conducidas a través de un proceso de economía didáctica, reduciendo la densidad de los objetos del saber implicados. El lugar atribuido por el docente a las RGC está basado en una “falsa transparencia” de la representación gráfica, pero a su vez el gráfico sirve justamente para llevar a cabo la transposición didáctica de la noción de función (Lacasta, 1995, p.271). Fabra y Deulofeu (2000) analizan las construcciones de gráficas de funciones y específicamente para las funciones lineales y cuadráticas, González Astudillo et al. (2004) hacen referencia a las dificultades de sus representaciones e identificaciones, observando que los alumnos no están acostumbrados a relacionar los coeficientes de la expresión algebraica de una función polinómica con las características de su representación gráfica. Considerando la noción de metáfora y su papel en la negociación de significados en el proceso de instrucción matemática, Font, Acevedo, Castells y Bolite (2008) manifiestan el caso de la representación gráfica de funciones en el discurso escolar. Suárez y Cordero (2008) en el marco de la socioepistemología, realizan una caracterización subyacente del "uso de las gráficas" en la modelación del movimiento; y luego Arias et al. (2011), se refieren a la modelación de la variación, analizando el uso de las gráficas cartesianas en los libros de texto de Biología, Física y Química de Educación Secundaria. García García (2005), en su Tesis Doctoral, presenta un estudio sobre las representaciones gráficas cartesianas en los libros de texto de Ciencias Experimentales y el uso que se hace de ellas en el aula.

López, Saldarriaga y Tamayo (2007), realizan un análisis de representaciones gráficas en libros de texto de Química hallando deficiencias entre las figuras representadas y los contenidos que las siguen; Nappa, Insausti y Sigüenza (2005), analizan los obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución; García y Perales (2006) presentan los resultados de un estudio sobre el uso que hace un grupo de docentes de Química de diferentes tipos de representaciones, concluyendo que las más usadas son los diagramas y enunciados, y que las RGC son las menos usadas en la clase de ciencias. Sobre la modelización de los diferentes conceptos químicos, Capuano, Dima, Botta, Follari., De la Fuente, Gutiérrez y Perrotta (2007), estudian la representación de la estructura atómica; Galagovsky, Di Giacomo y Castelo (2009), las representaciones de las fuerzas intermoleculares (solubilidad, inmiscibilidad y formación de una emulsión), y sobre la modelización del enlace químico en libros de texto de distintos niveles educativos, lo realizan Matus, Benarroch y Nappa (2011).

En el área de la Biología, los materiales instruccionales utilizan representaciones externas para presentar información a los novatos, así como para facilitar la comprensión de los conceptos científicos que se presentan a través de la información verbal e icónica (dibujos, esquemas, gráficas y fotografías), las que ocupan un papel

muy importante por la naturaleza de su contenido, ya que en muchas ocasiones sirven para mostrar hechos, fenómenos y estructuras que no se pueden observar directamente, como es el caso de los conceptos estructurantes de gen y cromosoma (Diez y Caballero, 2004). Tamayo y Sanmarti (2003) realizan el estudio de las representaciones mentales multidimensionales de estudiantes sobre el concepto de respiración; Mayoral (2008), en su Tesis Doctoral, analiza la iconicidad en la construcción del concepto de homeostasis humana y su importancia como estructurante epistémico; Gómez (2008), sobre los tres soportes semióticos (oral, dibujo y maqueta) en la construcción del modelo teórico de los órganos de los sentidos y sistema nervioso y Álvarez Tamayo (2011) lo realiza con respecto a la incidencia de las representaciones múltiples en la formación del concepto de Transporte celular.

Recientemente Solar, Deulofeu y Azcárate (2015), se refieren al modelo de competencia matemática, referido a las tareas, procesos y fases de la modelización en la interpretación de gráficas funcionales, y las relaciones entre ellos que determinan los niveles de complejidad cognitiva de una actividad matemática. Se trata de un enfoque funcional de la Matemática, que tiene en cuenta el estudio de la modelización como una competencia específica.

En la Educación Secundaria en Argentina, las disciplinas que conforman el área de Ciencias Naturales deben contribuir a la formación de capacidades para resolver problemas de Física, Química, Biología y Ciencias de la Tierra, problemas de impacto ambiental en diferentes procesos o problemas de análisis e interpretación de la evolución, cambio y equilibrio de diversos sistemas. Los contenidos del dominio de Biología se expresan de modo espiralado en una mirada diacrónica del currículo. De este modo, en la Educación Secundaria básica se desarrollan conceptos estructurantes que serán funcionales a la construcción de conceptos y al desarrollo de capacidades respecto de la Ecología, específicamente en BP. En todos los años se tiene en cuenta las implicancias sociales y éticas de la investigación en Biología y de los productos teóricos y materiales que de ella se derivan. Los contenidos seleccionados apuntan así, a que los estudiantes desarrollen conocimientos y herramientas de pensamiento que les permitan tomar decisiones responsables sobre cuestiones relacionadas con los fenómenos biológicos y el desarrollo científico y tecnológico en este campo. En particular, se propone abordar las implicancias relacionadas con la salud, con el ambiente y con la manipulación genética.

Elaborar una secuencia didáctica que tenga una estructura que potencie las funciones cognitivas de formación, sin descuidar el vínculo a la semiosis, lleva a plantear una línea de trabajo con una población específica, más que con un popurrí de poblaciones y casuísticas. Si se tiene en cuenta que los estudiantes de Educación Secundaria, generan mejor aprendizaje cuando logran sumergirse en el conocimiento amplio y profundo a la vez de las características conceptuales que hacen a un caso biológico determinado, proponer el acceso a la interpretación de la dinámica de poblaciones atendiendo a un caso específico, se estima será suficiente y enriquecedor para generar percepciones y consolidar conceptualizaciones. La población seleccionada para generar el contexto, será más adecuada si es cercana al cotidiano interactuar del estudiante. Una especie de mamífero, o de aves, o de reptiles, o de insectos, o de plantas pueden servir para aplicar los distintos momentos y las diferentes variables para trabajar los indicadores y las

dimensiones que hacen a los perfiles de los distintos niveles cognitivos. La selección además debe estar de la mano de la información que se posea sobre esa población, rigurosa y fehaciente, que lleve al docente a la producción de material accesible al alumno. Es decir, este tipo de intervención invita a escribir, a producir no solamente los textos, sino también las RGC que deberán ser plataforma de trabajo para el estudiante desde los más sencillos hasta los más complejos en la medida que el proceso avance.

En síntesis, en el campo de la Biología y en relación al objeto de estudio tanto como a su epistemología, se pueden contemplar como el lenguaje natural con mayor rigor y riqueza en las comunidades científicas o con mayor sencillez en el habla del ciudadano común aparece para denotar un rasgo, uso o comportamiento que favoreciera la construcción de agrupamientos. Construir taxas y representarlas es un modo de manifestar la comprensión, interpretación y análisis de los seres vivos, objeto de observación. El lenguaje natural se complementa con el lenguaje artificial, y los objetos matemáticos se hacen cada vez más necesarios en la representación de los diferentes fenómenos que se estudian, en la solución de los modelos que resultan de estas formulaciones y en las relaciones funcionales que se pueden establecer entre ellos. Por lo tanto, el análisis, uso y construcción de las RGC como registros de representación semiótica, se justifica desde la potencia que poseen en sí mismas para la enseñanza y el aprendizaje de diferentes conceptos en diversos campos, en especial en este caso, en el subdominio de BP, así como por su capacidad para desarrollar competencias científicas.

1.3 Meta, objetivos de la investigación y organigrama del trabajo

La meta general del trabajo es encontrar elementos clave para el diseño de secuencias de enseñanza optimizadoras del aprendizaje de las RGC asociadas a la BP de los estudiantes de Educación Secundaria. Estos diseños serán resultado de responder preguntas como:

- ¿Los estudiantes que resuelven interacciones con RGC sencillas, generan mejores capacidades para la construcción del conocimiento en BP?
- ¿A medida que se modifica la RGC, incrementando la información suministrada, se benefician las actividades semióticas subyacentes?
- Si se incrementan los eventos demandantes de expresión lingüística (verbal e icónica), ¿se modifica de modo directo la construcción del conocimiento?
- ¿Qué dificultades encuentran los estudiantes de Educación Secundaria cuando se utilizan RGC para enseñar dichos conceptos?
- ¿Podría un modelo ontosemiótico ayudar a identificar adecuadamente estas dificultades?

- ¿Se podrían aminorar dichas dificultades si se utilizan secuencias de enseñanza-aprendizaje específicamente diseñadas para ello?

Probablemente, y siguiendo las expresiones de Atran (2002) difícilmente se pueda arribar a generalizaciones partiendo de experiencias limitadas sin contar con estructuras cognitivas preexistentes que proyecten instancias finitas y fragmentarias a organizaciones complejas y extensibles; por ello se considera más adecuado tomar como foco de trabajo para intentar responder a las preguntas precedentes y desarrollar los objetivos a la dinámica de BP desde el análisis estructural y funcional de una población determinada, llegando a la interacción de dos poblaciones en un espacio-tiempo determinado, atendiendo a la estructura, la función y la interacción en el marco de una comunidad biológica.

De este modo, se pretende generar un modelo que actúe como puente para sugerir nuevas estructuras que favorezcan la interacción y la superposición de datos, conceptos y representaciones en pos de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. No se debe descuidar que la interacción entre el saber científico con el saber-objeto de la realidad, sostiene una complejidad de *primer nivel o primer orden*, mientras que la construcción del discurso a partir de la reflexión de las asociaciones construidas a partir de los vínculos entre los signos y los símbolos conduce a una complejidad de *segundo nivel o segundo orden* (Adúriz-Bravo, 2001). Ambos niveles sostienen una relación dialéctica, recursiva que en definitiva conduce a la simbología para una comunicación efectiva.

En función de la meta propuesta se formulan los siguientes objetivos:

- *Analizar, desde un enfoque ontosemiótico vinculado a las RGC, los capítulos de BP de los libros de textos de Ciencias Naturales de 1º y 2º año de Educación Secundaria, que son más frecuentes en las bibliotecas escolares de la ciudad de Mendoza, Argentina.*
- *Aplicar el análisis ontosemiótico vinculado con las RGC, a los capítulos de BP de los libros de texto de Biología y Ecología, que más se utilizan en la formación del Profesorado en Biología en la provincia de Mendoza.*
- *Comparar el análisis ontosemiótico realizado en las propuestas editoriales para ambos niveles educativos.*
- *Describir desde una perspectiva cognitiva, la interacción de los estudiantes en contextos habituales de aula de Educación Secundaria, relacionada con el uso, interpretación y construcción de las RGC en el ámbito de la BP.*
- *Describir desde una perspectiva cognitiva y profesional, la interacción de los estudiantes de Profesorado en Biología, relacionados al uso, interpretación y construcción de las RGC en el ámbito de la BP.*
- *Diseñar, aplicar y valorar una intervención didáctica específicamente diseñada*

a partir de las dificultades detectadas en los alumnos de Educación Secundaria, sobre las RGC en el ámbito de la BP.

Con los tres primeros objetivos se pretende identificar y analizar los posibles conflictos semióticos que presenten los libros de textos de Educación Secundaria y de Formación de profesores de Biología, referidos al uso de RGC en los capítulos específicos de BP. Para tal fin, se aplica el análisis ontosemiótico que considera los aspectos de pertinencia, idoneidad y adecuación. Además se completa este análisis comparando los resultados obtenidos de cada nivel educativo. Los mismos serán tratados en el capítulo 3 de esta Tesis Doctoral.

El cuarto objetivo se vincula al diagnóstico de las dificultades de los estudiantes de Educación Secundaria con respecto al uso, interpretación y construcción de RGC en situaciones funcionales propuestas relativas a BP. Este estudio fue realizado durante dos ciclos lectivos y se describe en el capítulo 4.

Se completa este diagnóstico (quinto objetivo) con una exploración realizada a los alumnos del Profesorado de Biología, considerando principalmente los aspectos didácticos que se vinculan a los mencionados contenidos. En el capítulo 5 se describe el diseño, la implementación y los resultados de la aplicación del instrumento de exploración a estos estudiantes universitarios.

El último objetivo propone diseñar, aplicar y valorar una intervención didáctica para ser contextualizada en un grupo de estudiantes de Educación Secundaria de una escuela pública de gestión estatal, relacionada al uso, interpretación y construcción de las RGC en el ámbito de la BP. El capítulo 6 presenta su diseño e implementación a los mencionados estudiantes. Asimismo, se realiza una evaluación Pretest-Postest de este grupo experimental frente a la de otro grupo control, en el que se desarrollan las enseñanzas de estos contenidos de modo habitual, a fin de identificar las debilidades y fortalezas de la intervención aplicada. Su valoración se describe en el capítulo 7.

Las conclusiones finales más relevantes se enuncian en el capítulo 8, siguiendo los objetivos planteados. Se muestra en la Figura 1 el organigrama de este trabajo.

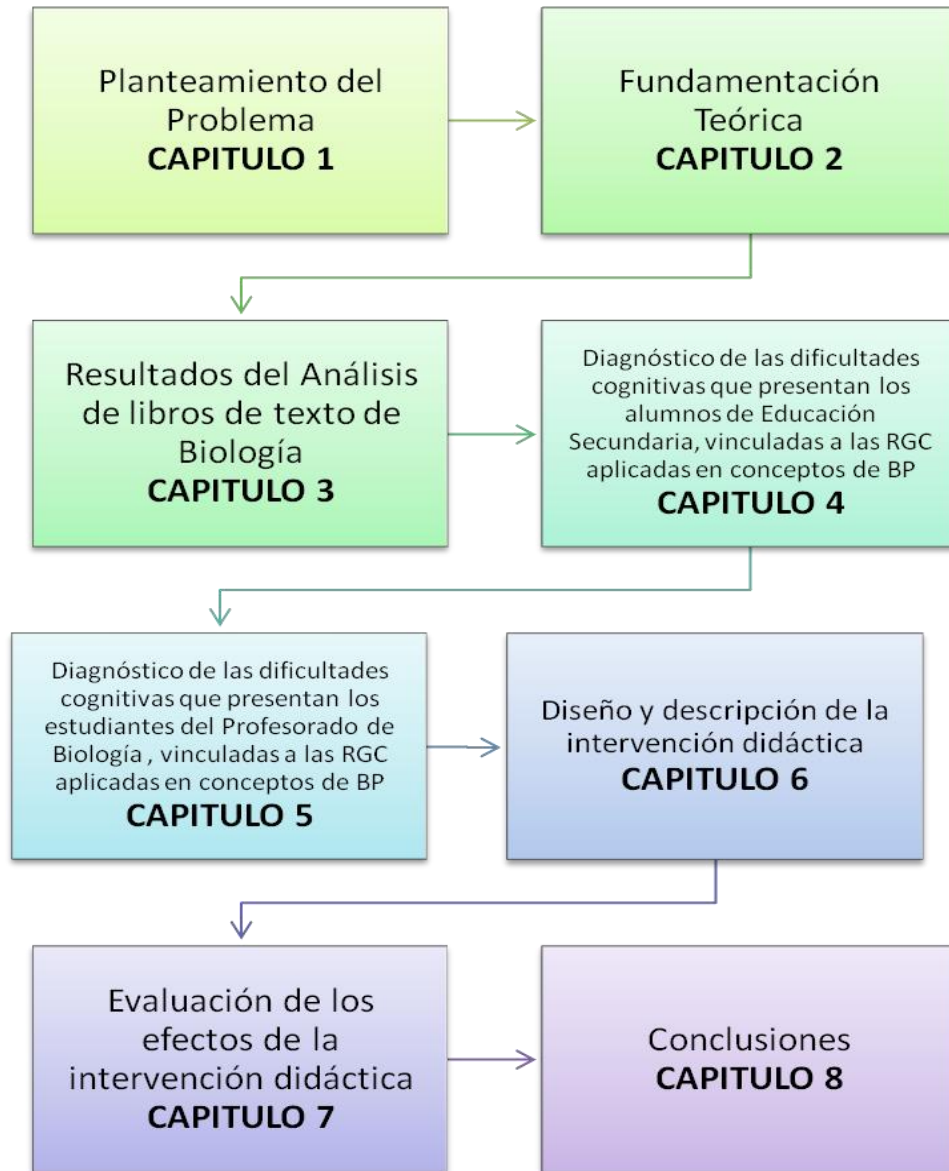


Figura 1. Organigrama del trabajo de Tesis Doctoral

Capítulo 2

Fundamentación teórica

Es posible que en la permanente lucha entre la razón y la pasión
aparezca, tal vez, con infinita paciencia, esa forma, ese color.
Es posible que en la unidad más pura del instinto y del pensamiento
se pueda conseguir con alguna claridad esa materia
que contenga nuestro espíritu.
Pérez Celis

Apartado 1

Una indagación sobre las actividades cognitivas de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje de conceptos de Biología de Poblaciones utilizando representaciones gráficas cartesianas

2.1 El lenguaje de la Biología

Una de las ramas de las Ciencias Naturales es la Biología, del griego *bios*, vida y *logos*, ciencia, tiene como objeto de estudio a los seres vivos, su origen, su evolución y sus propiedades, como la génesis, nutrición, morfogénesis, reproducción, etc. Esta ciencia se dedica al estudio de la descripción de las características y comportamientos de los organismos individuales y también de las especies en su conjunto, de la reproducción de los seres vivos y de las interacciones entre ellos y con su entorno. De esta forma estudia la estructura y la dinámica funcional de los seres vivos, con la finalidad de establecer leyes generales que rigen la vida orgánica y los principios fundamentales explicativos de la misma.

La Biología tiene una larga historia como disciplina a pesar de que el neologismo fue empleado por primera vez casi simultáneamente en Francia y en Alemania en 1802. En su *Tratado de Hidrogeología*, el francés Jean-Baptiste Lamarck acuña el término “biología” para designar la ciencia de los seres vivos y en el mismo año el naturalista alemán Gottfried Treviranus publica el libro *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur* que trata sobre las distintas formas de vida, las condiciones y las leyes que rigen su existencia y las causas que las determinan.

Esta ciencia abarca un amplio espectro de campos de estudio, que generalmente se tratan como disciplinas independientes, pero todas juntas estudian la vida en un amplio rango de escalas. “En parte, ello se debe a que estudia organismos enormemente variados, desde virus y bacterias hasta hongos, plantas y animales. También abarca muchos niveles jerárquicos, desde las macromoléculas orgánicas y los genes hasta las células, tejidos, órganos y organismos completos, más las interacciones y la organización de los organismos en familias, comunidades, sociedades, poblaciones, especies y biotas” (Lorenzo González, 2006, p.582).

Entre otras, la *Biología molecular*, la *Bioquímica* y la *Genética molecular* estudian la vida a escala atómica y molecular. La *Biología celular* la estudia desde el nivel de organización de la unidad de vida y la *Fisiología*, *Anatomía* e *Histología* desde la dimensión pluricelular. Otra rama es la *Biología del desarrollo* que aborda desde la ontogenia de los organismos a nivel individual. Pero si se amplía el campo a más de un organismo, es la *Genética* la que se dedica al funcionamiento de la herencia de padres a hijos, la *Etología* estudia el comportamiento de los grupos y la *Biología de poblaciones* junto a la *Genética de poblaciones* observan y analizan poblaciones y sus linajes, además la *Ecología* y la *Biología evolutiva* examinan a las poblaciones interdependientes y sus hábitats. Otra rama, reciente en su origen es la *Astrobiología* que se dedica al estudio de formas de vida fuera de las fronteras del planeta Tierra.

A todas estas disciplinas se las puede también congregar en cuatro amplios grupos:

- el que consta de disciplinas que estudian las estructuras básicas de los sistemas vivos como células, genes, etc.;
- el grupo que considera la operación de estas estructuras a nivel de órganos, tejidos y cuerpos;
- el de las disciplinas que tienen en cuenta a los organismos y sus historias;
- el cuarto grupo, formado por las que se enfocan en las interacciones.

A pesar de estas clasificaciones se puede apreciar en la investigación biológica, que los límites entre ellas son muy inseguros y, usualmente muchas de estas disciplinas se facilitan técnicas las unas con las otras. Por ejemplo, la *Biología de la evolución* utiliza en gran escala técnicas de la *Biología molecular* para determinar las secuencias de ADN que permiten comprender la variación genética de una población, o el caso de la *Fisiología* que se apoya en la *Biología celular* para describir la función de sistemas orgánicos.

El lenguaje que utiliza la Biología, a diferencia del lenguaje de la Física, no suele describir sistemas biológicos en términos de objetos que obedecen leyes inmutables descritas por el lenguaje matemático, sino que se caracteriza por describir principios fundamentales y conceptos como el de universalidad, evolución, diversidad, continuidad, homeostasis e interacciones. En la Tabla 1 se sintetizan sus significados.

Tabla 1
Conceptos estructurantes de la Biología

Universalidad	Evolución	Diversidad	Continuidad	Homeostasis	Interacciones
Todas las formas de vida están compuestas por células. El funcionamiento celular es de soporte bioquímico. Todos los organismos perpetúan sus caracteres hereditarios mediante el material genético, constituido por ADN que funciona como código genético.	Toda vida desciende de un antepasado común que ha seguido el proceso de la evolución.	Los tres dominios principales de seres vivos aparecen claramente diferenciados en bacteria, eucarya y archaea. A pesar de la unidad subyacente, la vida exhibe una asombrosa diversidad en morfología, comportamiento y ciclos vitales.	Todos los organismos existentes en la Tierra descienden de un ancestro común, o de un fondo genético ancestral. Siempre ha existido una continuidad de la vida desde su origen inicial hasta la actualidad.	Todos los organismos vivos, sean unicelulares o pluricelulares tienen su propia homeostasis, es decir la propiedad de regular su medio interno para mantener condiciones físico-químicas estables, mediante múltiples ajustes de equilibrio dinámico controlados por mecanismos de regulación interrelacionados.	Todos los seres vivos interactúan con otros organismos y con su entorno. Este comportamiento puede ser cooperativo, agresivo, parasitario o simbiótico.

Todo lo que se sabe acerca de la naturaleza está en el lenguaje y a su vez el lenguaje es la expresión de nuestra experiencia más directa e inmediata de la naturaleza. El lenguaje surge de la vida y es propio de cada momento y lugar; por eso, la lingüística puede ser interpretada como una rama de la historia y en un sentido más amplio también de la Biología. Chomsky expresa que “La lingüística está incluida en la psicología individual y en las ciencias cognitivas; su objetivo supremo es caracterizar un componente fundamental de la naturaleza humana, definido en un ámbito biológico” (Lorenzo González, 2006, p.581). Siguiendo este pensamiento, se puede hablar de una Biología lingüística en la que se pretende demostrar cómo la visión del mundo, la interpretación de la naturaleza y de la vida están vinculadas al lenguaje. Si la Biología es la ciencia que describe e interpreta la vida, es porque el lenguaje lo ha permitido así, por lo cual se observa que las fronteras entre Lingüística y Biología son difusas y la interacción entre estas áreas permite obtener información fundamental acerca de la vida. Denominar, nombrar, agrupar, clasificar, explicar, describir han sido acciones que la humanidad ha desarrollado con la intención de favorecer la construcción de conceptos sobre los fenómenos naturales.

La construcción de taxones agrupando a los seres vivos según características morfológicas, fisiológicas y ecológicas ha constituido la base del trabajo sistemático de la diversidad biológica. El criterio de sostener el nivel de reino como supraordenador en la actualidad y a partir de la clasificación propuesta por Woese y colaboradores en la década de los 90 del siglo XX ha sido modificado. Estos autores mediante la reconstrucción filogenética del ARNr (ácido ribonucleico ribosómico), atendiendo a las estructuras de las membranas celulares y a las adaptaciones de los seres vivos, construyeron tres *dominios*: Eukarya, Archaea y Bacteria para ordenar a los reinos. Los *reinos* contendrían a su vez las *taxas*: *Filos* o *Divisiones*, constituidas por diferentes niveles de jerarquía enunciados como *Clases*, *Órdenes*, *Familias*, *Géneros* y *Especies*.

Las discusiones en el ámbito de la Biología Sistemática están presentes en relación a los acuerdos y desacuerdos para agrupar o desagrupar (Mayr, 1992).

La nomenclatura binomial o binaria propuesta por Linneo, es un convenio estandarizado que se utiliza para denominar a las diferentes especies de organismos vivos o ya extintos. Siguiendo este modelo, el nombre científico asignado a una especie se forma por la combinación de dos palabras escritas en latín o con raíz grecolatina, por ejemplo: *Homo sapiens* o *Verbena officinalis*, es decir, se identifica el nombre del género y el epíteto o nombre específico, como si la especie tuviera nombre y apellido. La utilidad de la fórmula binaria en el contexto científico permite salvar la ambigüedad que puede presentarse ante la asignación de nombres vulgares a determinadas especies y también nombrar aquellos especímenes que no tienen nombre común y, al ser un convenio de reconocimiento universal permite superar las dificultades comunicacionales en las diferentes lenguas, considerado como un sistema internacional de nomenclatura estándar. Sin embargo, en la práctica suele ocurrir que existan sinónimos o que hayan varios nombres científicos para una misma especie, esto depende del sistema taxonómico utilizado o del autor. Para que no peligre la estabilidad de los nombres se recurre a códigos de nomenclatura en uso, en el caso de la nomenclatura botánica se aceptan los nombres que aparezcan en publicaciones a partir del año 1753 y para los de la zoología a partir de 1758. También existen los códigos internacionales de nomenclatura de bacterias y de virus.

Las definiciones y explicaciones en Biología, son típicamente funcionales e históricas, es decir que no se dispone de una definición ni de una explicación completa de carácter, si se obvia toda referencia a su función o a su historia. “Como han señalado autores aparentemente tan distintos como Patrick Suples y Thomas Kuhn, los lenguajes de los diferentes campos de la ciencia son divergentes más que convergentes, en la medida en que se vuelven cada vez más técnicos, más esotéricos, solo comprensibles para los iniciados, sin que pueda establecerse entre ellos una relación de reducción” (Lorenzano, 2007, p. 123). Es también el caso de las ciencias biológicas, no hay un único lenguaje que permita expresarlas, existe una gran variedad de lenguajes específicos a ciertas subdisciplinas o teorías biológicas lo que no impide la posibilidad de que estos se relacionen de algún modo entre sí.

2.2 Biología de poblaciones

2.2.1 Las poblaciones y sus conceptos históricos

En textos de Aristóteles se advierten las primeras raíces de esta rama de la Biología retomándolas en 1202 Leonardo de Pisa, más conocido como Fibonacci, quien realiza una aproximación a la dinámica de poblaciones cuando estudia el crecimiento demográfico de conejos, derivando en su famosa serie de Fibonacci. En 1677 Anton van Leeuwenhoek, con la mejora en la fabricación de microscopios realiza el primer estudio observacional conocido de demografía animal, mediante el cuál define un método específico para contar la cantidad de “animáculos” (unicelulares) presentes en el agua. Carlos Linneo en el siglo XVIII propone una taxonomía para los seres vivos y su famoso sistema de nomenclatura binomial. Sin embargo, en el mismo siglo Thomas

Malthus es el autor de uno de los principales ensayos sobre los principios de la población que conducen más tarde a Darwin hacia el desarrollo de la teoría de la evolución por selección natural. Según Jiménez Tejada (2009, p. 26):

El paradigma malthusiano fue un modelo para los estudios demográficos tanto de humanos como de otros animales, a lo largo de más de un siglo la primera expresión matemática de este modelo, cuya representación gráfica equivale a una curva logística, la propuso P. Verhulst en 1838, aunque fue ignorada y posteriormente redescubierta por R. Pearl en 1920.

Conway McMillan realiza estudios dinámicos de poblaciones vegetales a fines del siglo XIX, destacando la importancia de los factores bióticos y abióticos que influyen en los cambios de estas poblaciones. Aparece en esta época el problema de la selección de la muestra, es decir, para realizar estudios cuantitativos en las poblaciones se debe conocer la distribución de las especies y su abundancia y luego elegir las zonas de muestreo. Los conceptos (variados, imprecisos) sostenidos no aportaban claridad ni unicidad al momento de montar una investigación en torno a una categoría poblacional, porque el concepto de especie biológica como reservorios génicos armoniosos, estaba aún difuso.

A causa de la escasez de alimentos y de las epidemias que surgieron luego de las Guerras Mundiales comienza el estudio de la relación depredador-presa y se desarrollan modelos matemáticos que relacionan las poblaciones y sus variaciones. La Ecología de poblaciones avanza a gran escala desde el año 1935 y los modelos matemáticos se implementan en las investigaciones.

2.2.2 Los conceptos de evolución y de especie: interacciones estructurantes

La evolución es el gran principio unificador de la Biología, con este principio se pueden entender las propiedades específicas de los organismos, sus adaptaciones, como también las relaciones que existen entre las distintas especies.

Los organismos biológicos tal como se ha mencionado anteriormente se congregan en unidades naturales que se denominan *especies*; para Mayr (1942) una especie es un grupo natural de individuos que pueden cruzarse entre sí, pero que están aislados reproductivamente (genéticamente) de otros grupos afines. Sin embargo, este concepto de especie no puede aplicarse a especies fósiles ni a especies con reproducción asexual y tampoco en los casos de especiación incompleta. Para Simpson (citado en Jiménez Tejada, 2009, p.25), una especie evolutiva es un linaje que evoluciona en forma separada de otras y con su propio papel y tendencias evolutivas unitarias. El problema de la definición de este concepto se mantendrá mientras se quiera utilizar el término para representar por un lado un rango en la jerarquía linneana de categorías sistemática y por otro a poblaciones que se distribuyen en el espacio y en el tiempo y que constituyen unidades definidas en la naturaleza (Mayr, 1992). Para solucionar este problema, diversos autores (Wittgenstein, 1973; Hull, 1965; Pigliucci, 2003; citados en Jiménez Tejada, 2009), proponen que la idea de especie está formada por un conjunto de conceptos y se aplicará el más adecuado según la necesidad y el grupo de

organismos. Folguera y Marcos (2013) se cuestionan si no existe una tercera vía, algo que reúna las ventajas de la condición de clase y de la condición de individuo, pero sin los inconvenientes que éstas presentan cuando se habla de especies. *Clases individualizadas* o *particulares complejos*, han sido categorías híbridas propuestas por Van Valen y Suppe, respectivamente, (citado en González, 2009). Kitcher (1983), y Wilson, Carlson y White (1977) han defendido que las especies son *conjuntos*, Mayr (1992) que son *poblaciones*, Ruse (1989) que son *grupos* y, recientemente, Stamos (2003) ha hablado de las especies como *relaciones*.

Las especies que habitan actualmente proceden de otras especies distintas que existieron en el pasado por un proceso de descendencia que las fue modificando; este proceso histórico de transformación de unas especies en otras constituye la evolución biológica. Aunque la idea de evolución tiene precedentes, es Charles Darwin quien en 1859 revoluciona el pensamiento de la Biología con su obra *El origen de las especies*, en la cual interpreta y recopila experimentos y observaciones y propone el mecanismo de la selección natural para explicar la génesis, diversidad y adaptación de los organismos, presentándolos como un argumento irrefutable a favor de la idea de la evolución; una revolución que influyó en el establecimiento de la Biología como ciencia autónoma, pues reveló que muchos conceptos básicos de las ciencias físicas no eran aplicables a los biológicos y que tenía un mundo conceptual asociado no aplicable a la materia inanimada (Mayr, 2006).

Algunos biólogos contemporáneos de Darwin adhieren a un *pensamiento tipológico* o *esencialista* con respecto a las especies. Las consideran como entidades fijas e inmutables y las diferencias en su forma, conducta o fisiología, para ellos, constituyen imperfecciones o errores en su materialización, “no daba cabida a la variación: la variabilidad del mundo consistía en una cantidad limitada de *eide* o esencias netamente delimitadas e invariables” (Jiménez Tejada, 2009, p.19). Para imponer su teoría, Darwin introduce el *pensamiento poblacional*, una nueva forma de entender la variación en la naturaleza. La variación de las especies es la materia prima de la evolución, a partir de la cual se crea toda la diversidad biológica, al magnificarse las diferencias que existen entre los organismos de una especie en el espacio y en el tiempo, se producen nuevas poblaciones, nuevas especies y por ende toda la diversidad biológica. Sin embargo, el *pensamiento tipológico* prevalece hasta la década de 1930 cuando el concepto de selección natural es adoptado universalmente por los evolucionistas (Jiménez Tejada, 2009).

Se denomina *microevolución* a la evolución que se produce en el interior de una especie y en un intervalo de tiempo de pocas generaciones, y *macroevolución* a la que se produce en gran escala, abarcando mayores periodos de tiempo y grandes procesos de transformación, comprendiendo en el caso mas extremo a toda la evolución. La Paleontología y la Biología comparada, entre otras ramas de la Biología, dedican sus investigaciones a estudiar el hecho en sí de la evolución, en cambio la Genética de poblaciones se dedica a estudiar los mecanismos, factores y procesos que producen el cambio evolutivo, es decir aquellos mecanismos naturales que producen la descendencia.

Que la diversidad de los organismos vivos esté jerarquizada implica un argumento a favor de la evolución, que compartan estructuras anatómicas y adaptaciones básicas se

explica fácilmente al suponer que las especies han compartido antepasados, pero no ocurriría así si hubieran sido creadas de forma independiente. Si bien la extinción es el destino natural de cada especie, el equilibrio entre la extinción y la producción de especies es el proceso que sostiene la diversidad biológica, ya que si la extinción fuese mayor a la producción de nuevas especies, la vida desaparecería y, por el contrario, si la generación de nuevas especies fuese superior a las pérdidas conduciría al agotamiento de los recursos, lo que también conlleva a la extinción. Entonces la diversidad biológica conceptualmente contiene a las diversas formas de vida, sus niveles y combinaciones.

La evolución es un hecho histórico y un proceso genético, pero ¿cuáles son los factores responsables de este cambio evolutivo? Los cambios evolutivos que se producen en las especies a pequeña escala contienen todos los elementos necesarios para explicar toda la evolución. Si el material genético es el único componente que se transmite de generación en generación, a mayor descendencia mayor representatividad en las siguientes generaciones, lo que implica un aumento en la frecuencia de los distintos genes que cambiarán. Este cambio es irreversible ya que es muy poco probable retornar a la misma configuración genética anterior. De este modo se considera a la evolución como el cambio acumulativo e irreversible de las proporciones de las diferentes variantes de los genes y, los factores que modifican estas frecuencias génicas son: *la mutación, la deriva genética, la migración y la selección natural*.

La materia prima de la evolución es la variación genética y la fuente última de toda variación genética es la *mutación*. Es el cambio estable y heredable en el material genético que permite alterar la secuencia del ADN y por tanto introducir nuevas variantes, la mayor parte de estas variantes son eliminadas, sin embargo algunas pueden tener éxito e incorporarse en todos los individuos de la especie. La mutación aumenta la diversidad genética y se denomina tasa de mutación de un gen o una secuencia de ADN a la frecuencia con la que se producen nuevas mutaciones en ese gen o la secuencia en cada generación. Si la tasa de mutación es alta, implica un mayor potencial de adaptación a un cambio ambiental, pues permite explorar más variantes genéticas y aumentar la probabilidad de obtenerlas y, por otro lado, aumenta el número de mutaciones perjudiciales de los individuos, des-adaptándolos y aumentando la probabilidad de extinción de la especie. Las mutaciones se producen sin ninguna dirección respecto de la adaptación, este cambio produce una falta de significado y es por esto que se consideran deletéreas.

La *deriva genética* es el sorteo de genes que se produce en cada generación durante la transmisión de gametos de padres a hijos. La mayor parte de los organismos tienen dos ejemplares de cada gen o dos alelos, por lo que se denominan diploides. El transporte de los alelos es una cuestión de azar, la formación de gametos y su unión para formar los huevos de la siguiente generación se describe como un proceso probabilístico. En cada generación se espera una fluctuación al azar de las frecuencias alélicas en las poblaciones, y si en algún momento un tipo de alelo no se transmite a la siguiente generación entonces se habrá perdido para siempre. La pérdida de variabilidad genética es el resultado de la deriva genética, siendo este un proceso que compensa la variabilidad genética por mutaciones.

Otro de los factores importantes de cambio genético es la *migración*. Se produce un intercambio de genes entre poblaciones debido a la migración de sus individuos. Cuando dos poblaciones difieren en las frecuencias de los alelos de sus genes, entonces el intercambio de los individuos producirá un intercambio de las frecuencias de los genes de cada una de las poblaciones.

La *selección natural* es el factor que permite hacer inteligible la complejidad de la vida y las adaptaciones de los organismos, ocupando una posición central en la biología evolutiva. Es el proceso que resulta del cumplimiento de tres condiciones fundamentales: variación fenotípica entre los individuos de una población, supervivencia o reproducción diferencial asociada a la variación y, herencia de la variación. Cuando en una población se cumplen estas condiciones se produce un cambio en la composición genética de la población por selección natural. La selección natural es acumulativa y explica las adaptaciones, la mutación no puede generar nuevas adaptaciones porque no sigue una dirección cierta, es un proceso azaroso; en cambio la selección natural es un proceso ordenador por el cual se eligen entre las variantes las que sean útiles para el organismo en términos de supervivencia y reproducción. “El pensamiento poblacional es necesario si queremos transmitir a los alumnos que la selección natural no produce cambios en el individuo sino en las poblaciones, dentro de las cuales existe la variabilidad imprescindible para que actúe la selección natural” (Jiménez Tejada, 2009, p.20).

Si la BP tiene como objeto a las poblaciones biológicas de organismos, especialmente en términos de biodiversidad, evolución y biología ambiental, ¿a qué se denomina población? La problemática asociada a la definición de este concepto comienza en el siglo XIX cuando se necesita resolver el problema de la elección de la situación geográfica competente para realizar los estudios de campo. Según la Real Academia Española una población es el “conjunto de individuos de la misma especie que ocupan una misma área geográfica”. Una de las definiciones más utilizadas en textos de Ecología la define como “grupo de individuos de la misma especie que ocupan un espacio particular en un tiempo determinado” (Jiménez Tejada, 2009, p.28). Sin embargo, estos dos enunciados derivan en el problema de la definición de “lugar”, si se considera la postura en la que se tiene en cuenta el lugar como un área natural en la cual la reproducción y la supervivencia mantengan a la población por generaciones, permitiendo la dispersión y la migración, se define a la población como “un grupo de individuos de la misma especie que viven juntos en una área de tamaño suficiente para permitir la dispersión normal y/o los comportamientos de migración, y en cuyos cambios numéricos intervengan fuertemente procesos de nacimiento y muerte” (Berryman, 2002, citado en Jiménez Tejada, 2009, p.28); si en cambio se define al “lugar” como los límites naturales en la distribución de las especies, se considera que la población natural está constituida por muchas poblaciones locales inter-reproductoras, aunque la dispersión entre poblaciones locales no exista o sea despreciable.

La variabilidad, densidad y estabilidad son parámetros que se utilizan en el análisis de las poblaciones, teniendo en cuenta los procesos ambientales y eventos que intervienen en los mismos; mediante un sistema de autocontrol se regulan los ecosistemas naturales, en el cual los procesos de retroalimentación positiva como el crecimiento de una población, se controlan por otros procesos de retroalimentación negativa como la predación; es decir, mientras los procesos positivos amplifican los cambios de estado de

un ecosistema, los negativos lo amortiguan. Los ecosistemas naturales encuentran su estabilidad por la redundancia en los retrocontroles negativos provistos por la red trófica, generalmente el incremento de la diversidad lleva implícito un aumento en la estabilidad de los ecosistemas. Puede ocurrir que la estabilidad de las poblaciones que componen una comunidad no se corresponda con la estabilidad de toda la comunidad, por ejemplo: la disminución de una especie en una población debido a un determinado disturbio puede incrementar la población de otra especie o la posibilidad de invasión de nuevas especies. En este caso el fenómeno se produce cuando existe la variabilidad dentro de la comunidad en función de su sensibilidad al disturbio.

Finalmente, una población puede estudiarse desde ópticas distintas analizando los diferentes aspectos o características que la regulan a partir del conocimiento de propiedades emergentes, y para analizar estas propiedades, la BP propone modelos matemáticos definiendo variables y parámetros, los que se utilizan para predecir los efectos que pueden producirse.

2.3 Las funciones y ecuaciones matemáticas en el dominio de BP

En muchas ocasiones y a través de los tiempos, el concepto de función (en el sentido matemático), aparece frecuentemente relacionado con el de cambio. Algunas funciones nos sirven para interpretar por ejemplo, la variación de la presión arterial según la hora del día y el periodo del año, o el número de bacterias que se reproducen por fisión binaria. El lenguaje y los objetos matemáticos se hacen cada vez más necesarios en la representación de los diferentes fenómenos que estudia la Biología y en la solución de los modelos que resultan de estas formulaciones. El problema consiste en el uso de las funciones reales para modelizar nociones biológicas, de tal forma que se vale entre otras, de funciones afines, lineales, cuadráticas, trigonométricas, logarítmicas, exponenciales y de sus ecuaciones asociadas. El Cálculo, a través del concepto de función derivada e integrales, proporciona un lenguaje preciso y consistente para discutir los procesos, fenómenos o sistemas que cambian. El concepto asociado a la probabilidad, permite a los científicos comprender este cambio y luego realizar predicciones sobre los estados futuros de los sistemas y además como los cambios en las condiciones ambientales afectan a estos sistemas. En muchos fenómenos biológicos los investigadores obtienen datos, los representan gráficamente y a continuación tratan de obtener la ecuación de la función que mejor los describe. La idea que subyace en esta práctica es que, midiendo diferentes valores de una magnitud mientras se cambian los valores de otra variable, se puede predecir el valor de la magnitud, para cualquier otro valor de la variable de control.

Vivimos en un mundo de ritmos, en el que desde los orígenes los organismos se someten a ciclos estacionales externos e internos, a variaciones diarias, mensuales o anuales. El concepto de ritmo u oscilación está ligado al de repetición del valor de un determinado parámetro, por eso una función f se dice periódica cuando para cualquier valor que tome la variable independiente x se verifica que: $f(x+P) = f(x)$, siendo P el

periodo de esa función y su inverso $1/P$ denominado frecuencia. Como ejemplo de funciones periódicas se puede citar a las funciones trigonométricas que en BP son muy utilizadas para describir los ritmos y para los métodos de análisis. Sin embargo, como el ritmo de los fenómenos biológicos se caracteriza por su gran variabilidad, resulta difícil definir estos periodos y a veces es complicado encontrar o describir ritmos en donde parece razonable hallarlos. El análisis de las funciones periódicas surge en el siglo XVIII con D'Alembert y Euler cuando describen las vibraciones de cuerdas mediante sumas de funciones arbitrarias, luego Bernouilli las describe como sumas de funciones trigonométricas y finalmente Fourier demuestra que toda función periódica puede representarse como suma de un término constante y funciones de senos y cosenos de periodos $P, P/2, P/3, \dots$, dando origen al análisis de Fourier de numerosas aplicaciones. El concepto de función aparece también vinculado con el fenómeno del movimiento, ya que es el fenómeno más obvio y fundamental que observamos a nuestro alrededor. Los sistemas dinámicos estudian los procesos en movimiento de modo tal que es posible simular cualquiera de ellos mediante una función determinada por un proceso sucesivo denominado *iteración*. A partir de un valor inicial x_i en un instante de tiempo t la iteración permite calcular otro valor x_{i+1} en el tiempo $t+\Delta t$ mediante reglas en las que el tiempo no interviene explícitamente. El sistema evoluciona de diferentes formas ya que depende del valor inicial que puede dar origen a puntos fijos, o a comportamientos determinísticos, periódicos o caóticos. La ecuación de Malthus es un ejemplo de este modelo aplicado a la evolución de una población de una determinada especie. Si se llama x_i al número de individuos de la población en el instante i y se supone que por cada individuo existente en el periodo i habrá, por término medio, k individuos en el periodo $i+1$, se obtiene la ecuación de Malthus:

$$x_{i+1} = k x_i$$

Si $k > 1$, lo que implica que existe algún crecimiento vegetativo de la población, los valores de x_i crecen en progresión geométrica y se disparan de forma exponencial.

Otro modelo muy utilizado en BP es el de las funciones exponenciales que siguen el modelo $f(x) = c \cdot e^{kx}$, se aplican por ejemplo, cuando se quiere determinar el número de células de un feto mientras se desarrolla en el útero materno, o el número de individuos en poblaciones de ecosistemas cuando carecen de depredador. El crecimiento poblacional de una región o población en años también sigue el modelo exponencial dado por $c(t) = p e^{kt}$, donde p representa la población inicial, t es el tiempo transcurrido en años y k es una constante. El economista inglés Thomas Malthus observó que esta relación también era válida para determinar el crecimiento de la población mundial y afirmó además, que como la cantidad de alimentos crecía siguiendo una relación lineal, el mundo no podría resolver el problema del hambre. Esta negativa predicción ha tenido un fuerte impacto en el pensamiento económico, denominando modelo malthusiano a esta función exponencial de crecimiento poblacional.

El biólogo Robert May en 1976 formula otra ecuación para estudiar el crecimiento poblacional de insectos en un ecosistema cerrado, que difiere de la de Malthus porque tiene en cuenta los efectos de saturación del ecosistema. Cuando la población se acerca al máximo posible que el medio ambiente puede sustentar, entonces el parámetro k debe disminuir, obteniendo la ecuación de la forma $x_{i+1} = k(x_i) x_i$. Si se toma como unidad de medida el máximo posible de la población, es decir que x_i represente la fracción de

población existente en el periodo i con respecto al nivel máximo de población, entonces $k(x_i)$ debería crecer linealmente. Cuando x_i creciera hasta llegar a la unidad, $k(x_i)$ toma la forma $c(1-x_i)$, obteniendo la ecuación logística denominada modelo de la parábola de May:

$$x_{i+1} = c(1-x_i)x_i$$

Se observa que para valores pequeños de x_i se tiene la ecuación de Malthus de parámetro c . Este parámetro indica el índice de vitalidad de la población y varía entre cero y cuatro.

La Biología pretende dar respuestas a los fenómenos vitales, por ejemplo busca explicaciones a través del estudio del ADN que constituye la base genética de la vida y, con este conocimiento molecular intenta dar la clave de otros fenómenos que actualmente se entienden a niveles menos profundos. Para esta tarea interacciona con otras disciplinas como la Física, Matemática, Química, etc., que le confieren herramientas y modelos para su logro. Teniendo sus orígenes en los estudios de Malthus, Lotka y Mendel, la Matemática en Biología, o Biomatemática o Ecología Matemática, nació como ciencia en los años 1926 y 1927 y, desde entonces la mayoría de los conceptos de Ecología toman expresiones en forma de modelos matemáticos para describir y predecir los fenómenos naturales. Actualmente se dedica a predecir la probabilidad de inundaciones, modelar el clima, diseñar estrategias de vacunación o prevención de enfermedades infecciosas, entre otras tareas.

2.4 El análisis de las RGC en BP

2.4.1 Un acercamiento al concepto de representación

El conocimiento humano es esencial en los procesos de enseñanza y aprendizaje, para muchos autores, el aprendizaje tiene tres niveles, conocer, comprender e integrar (Zabalza, 2009). El objetivo final es el incremento de la integración, entendida como la verdadera reestructuración de los esquemas de conocimiento. Comprender significa percibir mentalmente algo, entender con claridad un mensaje, captar su significado, conocer en un objeto todo lo que en él sea conocible, conocer la naturaleza de una cosa (Rico, 2009). Entonces ¿qué es conocer?, para este mismo autor, es una actividad intencional, dirigida a un estado de cosas que debe aprehenderse, que tiene como resultado lo que se denomina saber disponible intersubjetivo, organizado y estructurado mediante representaciones, por lo cual, la noción de representación es clave en la filosofía del conocimiento para interpretar y entender la forma en que los seres humanos conocen y comprenden. “Son los usos de cada concepto los que establecen por extensión su campo semántico, y cada modo significativamente distinto de entender un concepto necesita de un sistema de simbolización propio, de algún modo de representación para ser distinguible” (Castro Martínez, Rico Romero y Romero Albaladejo, 1997, p.363). En este sentido la comprensión es una representación ordenada estructural y conceptualmente de las relaciones que vinculan la información, las ideas, el conocimiento y la experiencia.

Las nociones de representación y comprensión se estudian en todas las disciplinas cuyo objeto de estudio es el conocimiento humano. En la antigua Grecia, Platón postula que el conocimiento es representación de un mundo de ideas a las que se accede indirectamente. En el Discurso del Método, Descartes enuncia los principios que deben guiar su entendimiento proponiendo sólo aquellos que se presenten en forma clara a su espíritu. Para Kant, se conoce mediante objetos que afectan los sentidos y que pueden producir por sí mismos representaciones o poner en movimiento la capacidad del entendimiento para comparar, enlazar o separar esas representaciones, es una entidad intermedia entre el sujeto y el objeto. “No hay conocimiento que un sujeto pueda movilizar sin una actividad de representación” (Duval, 1999, p.25). Piaget, hacia los años 1924-1926, presenta las *representaciones mentales* en sus estudios sobre las creencias y explicaciones de los niños frente a los fenómenos naturales y físicos, recurriendo a la noción de representación como evocación de los objetos ausentes. Por otra parte, Broadbent en 1958 inicia el término *representación interna* o *computacional* junto a las teorías que priorizan la transformación que produce un sistema de informaciones frente a las posibles respuestas que pueden darse, se trata de una codificación de la información. Una tercera postura surge a partir de 1985, de los trabajos realizados sobre la adquisición de conocimientos matemáticos y sus dificultades, cuando se habla de *representaciones semióticas*, que son relativas a un sistema de signos y pueden ser convertidas en otras equivalentes usando otro sistema semiótico. El lenguaje, la notación algebraica o las gráficas cartesianas son ejemplos de sistemas de signos que pueden utilizarse para la conversión de las representaciones. Claude Janvier (1987), plantea la importancia de las representaciones en relación con el concepto de función matemática, y además afirma que el núcleo del trabajo con funciones radica en la interpretación que subyace a cada representación y la utilización de distintas representaciones de manera simultánea facilita la realización de procesos de traducción. Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior (Tamayo Alzate, 2006, p.39).

Si se llama *semiosis* a la aprehensión o la producción de una representación semiótica y *noesis* a los actos cognitivos como la aprehensión conceptual de un objeto, la discriminación de una diferencia o la comprensión de una inferencia (Duval, 1999), parecería que son independientes una de otra, sin embargo las representaciones semióticas son necesarias para el desarrollo de la actividad matemática misma, la posibilidad de efectuar transformaciones sobre los objetos matemáticos depende directamente del sistema de representación semiótico utilizado, es decir, el proceso de producción de representaciones externas es el que posibilita la comprensión y clarificación de la representación mental interna (Tamayo Alzate, 2006).

El concepto de representación considera dos entidades relacionadas pero funcionalmente separadas: el objeto *representante* y el objeto *representado* (Castro Martínez et al., 1997). Una representación puede permitir el acceso al objeto representado cuando se dispone de al menos dos sistemas semióticos diferentes para determinar la representación de ese objeto, o de una situación, o de un proceso y, además tiene que permitir la conversión de un sistema al otro de forma imperceptible. Si las condiciones anteriores no se cumplen se confunde la representación con el objeto representado y además no se logran reconocer dos o más representaciones diferentes del mismo objeto. Por este motivo, es importante distinguir entre actividades que permitan

la transformación de las representaciones en el interior de un mismo registro, de aquellas que admitan las transformaciones en distintos registros y requieran coordinación por parte del sujeto que las realiza.

“La noción de representación semiótica presupone, pues, la consideración de sistemas semióticos diferentes y una operación cognitiva de conversión de las representaciones de un sistema semiótico a otro” (Duval, 1999, p.27). De las investigaciones realizadas por Shoenfeld en 1986 se deduce que la operación de conversión no es ni trivial ni cognitivamente neutra, ya que el contenido representado no se puede separar de la forma que lo representa, la noesis es dependiente de la semiosis y viceversa. Para comprender la semiosis en el funcionamiento del pensamiento y en el desarrollo de los conocimientos lo importante es tener en cuenta una gran variedad de los tipos de signos que se utilicen y no sólo el empleo de uno u otro tipo.

Los sistemas semióticos deben propiciar las tres actividades cognitivas esenciales a toda representación (Duval, 1999, p.29), es decir:

- **constituir una marca** o un conjunto de marcas perceptibles que sean identificables como una representación de alguna cosa en un sistema determinado;
- **transformar las representaciones** de acuerdo con las únicas reglas propias al sistema, de modo que se obtengan otras representaciones que puedan constituir una ganancia de conocimiento en comparación con las representaciones iniciales;
- **convertir las representaciones** producidas en un sistema de representaciones en otro sistema, de manera tal que estas últimas permitan explicitar otras significaciones relativas a aquello que es representado.

Si embargo, no todos los sistemas semióticos permiten estas tres actividades. Aquellos que sí las propician se denominan *registros de representación semiótica*, como por ejemplo el lenguaje natural, los gráficos, las figuras geométricas, los diagramas, entre otros. Para Duval (1999), estos registros constituyen los grados de libertad de los que se dispone para poder expresar una idea o un sentimiento y son los únicos que permiten la vinculación entre semiosis y noesis.

2.4.2 Clasificación de las representaciones

Para distintos autores (Paivio, 1986; Larkin y Simon, 1987) se pueden considerar dos oposiciones clásicas diferentes para la clasificación de las representaciones. Por un lado la oposición *consciente/no-consciente* y por otro la *interna/externa*. La primera es la oposición entre lo que aparece a un individuo y él observa y aquello que se le escapa y no puede ver, se caracteriza por la visión de alguna cosa que se transforma en objeto para el individuo que la observa. La segunda oposición se refiere a aquello de lo que de un individuo, de un organismo o de un sistema es directamente visible y observable y lo que por el contrario no lo es (Duval, 1999, p.32-33).

Se denomina *objetivación* al pasaje de lo no-consciente a lo consciente. Las

representaciones *conscientes* presentan este carácter intencional y cumplen con la función de *objetivación*. Desde el punto de vista cognitivo, este carácter intencional de las representaciones conscientes es esencial ya que es a través de la significación que se logra la aprehensión perceptiva o conceptual de un objeto. Si para la aprehensión de un objeto se necesita una gran multiplicidad de datos, y además la cantidad y variedad exceden la capacidad de aprehensión simultánea, ésta aprehensión de la multiplicidad como una unidad simple sólo es posible teniendo en cuenta la significación. Por otro lado, si el objeto aparece como una unidad simple, la determinación de sus elementos constitutivos se hace posible sólo si ese elemento a su vez se hace objeto susceptible de observación, es decir que tome una significación propia. Los dos aspectos recíprocos de toda representación *consciente* son la significación y el objeto susceptible de ser aprehendido y, la condición necesaria de la objetivación es la significación, es la posibilidad de tomar conciencia. La objetivación es el descubrimiento de aquello que no se sospechaba y las representaciones conscientes permiten esta función.

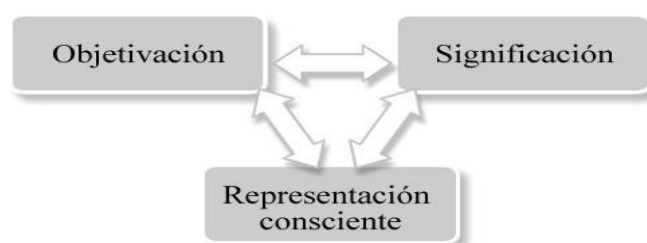


Figura 2. Ciclo de la representación consciente

Las representaciones *externas* producidas por un sujeto o por un sistema cumplen la función de *comunicación* y sólo pueden efectuarse a través de la aplicación de un sistema semiótico, por lo cual están estrechamente vinculadas a un estado de desarrollo y de dominio de un sistema semiótico que es accesible a todos los sujetos que conocen el sistema utilizado. En cambio las representaciones *internas* pertenecen a un sujeto y son comunicadas a otro a través de una representación externa. Además de la función cognitiva de *comunicación*, las representaciones *externas* cumplen con las funciones de *objetivación*, de *expresión* y de *transformación*. Aunque son de naturaleza diferente, la función de objetivación para un sujeto se asimila generalmente a la de expresión de otro sujeto, no es lo mismo decir a otro lo que ya se hizo consciente que tratar de decirse a sí mismo aquello que aún no se toma conciencia. Para poder expresar necesita las restricciones semióticas y las exigencias sociales, en cambio en el segundo caso no son necesarias las representaciones *externas*, hasta pueden estorbar. La función de transformación está ligada a la utilización de un sistema semiótico y las representaciones *externas* son esenciales para su determinación. Un ejemplo de transformación es el cálculo numérico y depende del sistema de representación o de la escritura de los números que se adopte, no se realiza el mismo tratamiento al efectuar una adición de dos números utilizando escritura decimal que utilizando escritura fraccionaria.

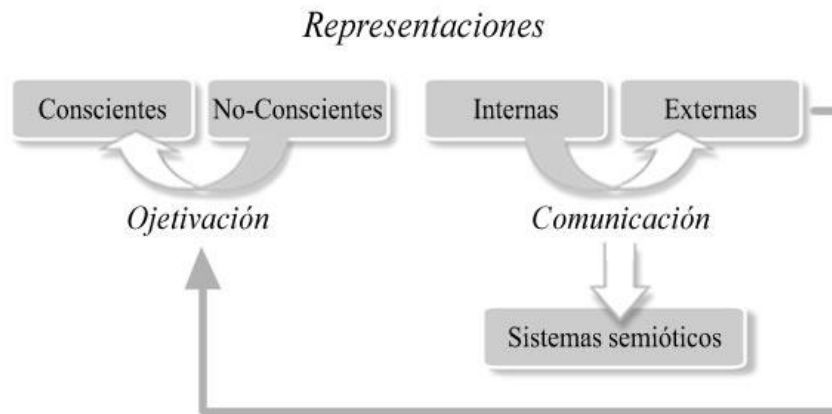


Figura 3. Clasificación y funciones de las representaciones

Teniendo en cuenta que las representaciones *internas* pueden ser a su vez *conscientes* o *no-conscientes* y que una representación consciente puede ser exteriorizada o no, Duval (1999) propone el cruce de estas dos oposiciones y distingue tres tipos de representaciones:

- Las representaciones *mentales*.
- Las representaciones *semióticas*.
- Las representaciones *computacionales*.

Según el tipo y la función que desempeñan se presentan a continuación en la siguiente figura, adaptada del cuadro presentado por Duval (1999, p. 34).

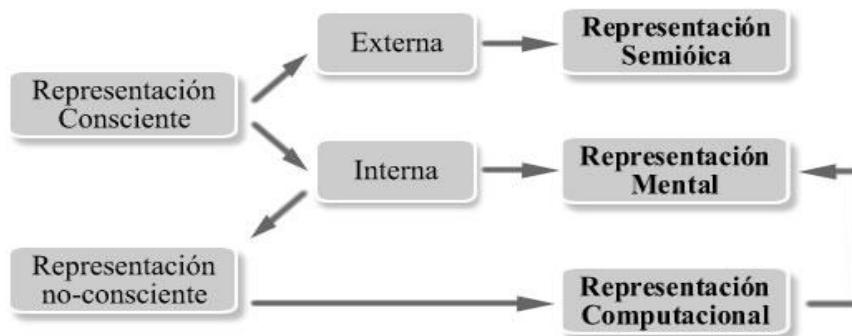


Figura 4. Interpretación de las representaciones según Duval (1999)

De esta clasificación (Duval, 1999; García García, 2005) se desprende que las representaciones semióticas son *conscientes* y *externas*, permiten una visualización del objeto a través de la percepción de estímulos que pueden ser trazos, sonidos, caracteres y que poseen el valor de significantes. Se refieren a todas aquellas construcciones de sistemas de expresión y representación que pueden incluir diferentes sistemas de

escritura, como números, notaciones simbólicas, representaciones tridimensionales, gráficas, redes, diagramas, esquemas, etc. Cumplen funciones de comunicación, expresión, objetivación y tratamiento (Tamayo Alzate, 2006, p.41). Se las puede clasificar según conserven o no algunas de las propiedades que pertenecen al objeto representado en representaciones *analógicas* y en *no-analógicas*. Las imágenes cuyos elementos preservan las relaciones de vecindad existentes entre los elementos del objeto real son ejemplos de representaciones *analógicas*, como si se pudiera definir una función bicontinua entre la imagen y el objeto. En cambio las lenguas latinas, que no conservan ninguna relación del objeto pero pueden representar transformaciones de él, son ejemplos de representaciones *no-analógicas*. Estas distinciones fundamentan la diversidad y heterogeneidad de los distintos registros de representaciones, que se diferencian no sólo por la naturaleza de sus significantes, sino por el sistema de reglas que permite su asociación y por el número de dimensiones en que puede realizarse esta asociación. La diversidad de registros permite la posibilidad de efectuar tratamientos equivalentes con menores costos cuando se efectúa un cambio de registro apropiado y también la complementariedad de los tratamientos cuando se realiza una actividad compleja.

De todo lo anterior, se concluye que las representaciones en gráficas cartesianas son representaciones semióticas *analógicas* ya que pueden representar al objeto matemático función a través de una imagen (en este caso es la curva representativa de la función).

En Biología, un ejemplo de representación *no-consciente e interna* es por ejemplo el hambre, la respiración o el latido cardíaco en vínculo con las emociones y, una representación *consciente e interna* es la saciedad con un determinado tipo de alimento. Cuando se verbaliza y se representa la necesidad del alimento con la búsqueda directa o el mensaje escrito se manifiesta una representación *consciente y externa*, y es un ejemplo de una representación *semiótica no-analógica* cuando se representa el deseo de ese alimento en un texto escrito. Una RGC en donde figure la relación entre la reserva de alimento de una determinada población y el consumo, es un ejemplo de representación *semiótica analógica* en el campo de la BP.

Las representaciones que permiten la visualización de un objeto en ausencia total de significativo perceptible son las representaciones *mentales*. Son los conceptos, las nociones, las ideas y también se consideran a las creencias y fantasías, corresponden así a las proyecciones más difusas y globales que reflejan los conocimientos y valores que un sujeto comparte con su medio. Un gran problema se presenta para la psicología en el estudio de la naturaleza relacional entre las representaciones *mentales* y las *semióticas*, ya que usualmente se asocian a las representaciones semióticas sólo con la función de expresión y se las subordina a las representaciones mentales. Sin embargo existe una gran diferencia entre las representaciones *mentales* de un individuo y las representaciones *semióticas* que produce para expresar sus propias representaciones *mentales*, es en esta diferencia que se observa la independencia entre las funciones de objetivación y de expresión que cumplen estas representaciones conscientes. La objetivación corresponde a la formación de representaciones mentales nuevas y se acompaña de la producción de representaciones semióticas que no necesariamente son útiles; inversamente la producción de representaciones semióticas puede servir a la expresión pero no para la objetivación. Además las representaciones semióticas presentan un grado de libertad que se necesita en el tratamiento de la información y las

mentales no lo presentan; las semióticas pueden ser aprehendidas sólo sobre el aspecto del representante o únicamente sobre el aspecto de lo que es representado, en cambio las mentales se limitan a lo que es representado. Existe por lo tanto una interacción muy compleja entre estos dos tipos de representaciones.

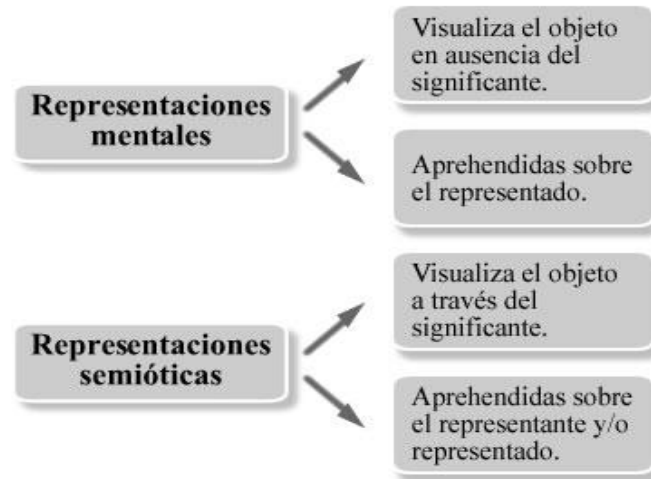


Figura 5. Representaciones mentales y semióticas

Las representaciones *computacionales* son representaciones *internas* y *no-conscientes*, cuyos significantes no requieren de la mirada del objeto permitiendo una especie de transformación algorítmica de los significantes, expresan la información externa en un sistema de forma direccionable, recuperable y combinable con su interior. Las representaciones semióticas utilizadas para representar a las computacionales son por ejemplo la escritura binaria o la representación proposicional por parejas. Es en este nivel interno y no-consciente que se realizan las actividades de comparación, evaluación, comprensión y recuperación referente a las palabras, frases, imágenes o formas, como también la integración de una multiplicidad de datos en la simple captación de un objeto.

A modo de síntesis, en la Figura 6 se visualiza y vincula la clasificación de las representaciones analizadas:

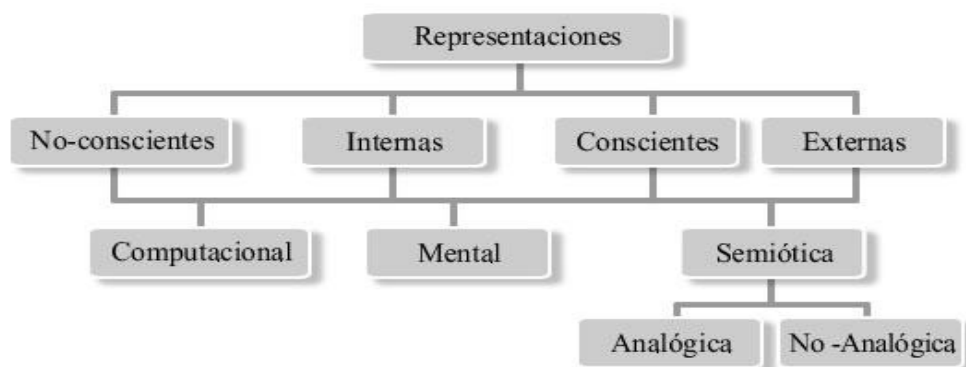


Figura 6. Tipología de las representaciones

2.4.3 Representaciones y cognición

¿Cuál es la importancia de las representaciones en los procesos cognitivos?, generalmente se siguen dos posturas (Duval, 1999) que explican y diferencian a las representaciones: la primera tiene en cuenta los rasgos comunes a las diferentes especies de representación y la segunda línea privilegia un tipo de representación subordinado a las otras. La teoría de Piaget (1966) es un ejemplo de la primera postura y considera que la evocación del modelo representado en su ausencia es común a las representaciones mentales y a las semióticas. En el segundo modelo se priorizan las representaciones computacionales frente a las mentales y semióticas, se considera a las representaciones computacionales como operaciones elementales del tipo de las efectuadas por la máquina de Turing (Johnson-Laird, 1983) y al combinar estas operaciones elementales se produce la complejidad propia de cada comportamiento y de cada resultado observable. Estas representaciones están ligadas a un código con soporte físico u orgánico y luego son transferidas a otro código o a un lenguaje más complejo, a este proceso se lo denomina *compilación*.

Sin embargo, se detectan contradicciones en cada una de estas posturas: en la de Piaget no se tiene en cuenta la diferencia en la adquisición y aprendizaje de las imágenes mentales y de las representaciones semióticas. Las imágenes mentales dependen de procesos físicos o psicológicos como los que están en juego en la percepción, y por el contrario la producción de representaciones semióticas está sometida a reglas sintácticas de formación y transformación de unidades significativas. En la segunda postura no se vislumbra de manera clara la diferencia que existe entre las representaciones computacionales consideradas como fundamentales, con las representaciones semióticas. Estos dos tipos de representaciones no tienen la misma naturaleza, las representaciones computacionales son internas a un sistema e independientes de toda visión del objeto, en cambio las representaciones semióticas son conscientes, inseparables de la visión de alguna cosa considerada como objeto. Esta diferencia natural se debe a la existencia de dos tipos de transformaciones indispensables en el funcionamiento y desarrollo cognitivo del pensamiento humano, se refiere a las transformaciones *cuasi-instantáneas* y a las *intencionales*.

- **Transformaciones cuasi-instantáneas:** *Schneider y Schiffrin (1977) las denominan automáticas, sin embargo este término puede prestarse a confusión ya que hay procedimientos que se desarrollan en forma automática como los algoritmos de cálculos y no son efectuados intencionalmente, por esto Duval (1999), las denomina cuasi-instantáneas y son aquellas que se efectúan incluso antes de haber sido observados y producen las informaciones y significaciones de las que un sujeto toma luego conciencia. Corresponden a la experiencia que resulta de una competencia adquirida en un determinado dominio, y la puesta en acto de un conjunto de estas transformaciones permite evidenciar el carácter inmediato de la aprehensión perceptiva o conceptual.*
- **Transformaciones intencionales:** *Toman tiempo para ser efectuadas y se dirigen exclusivamente a los datos u objetos previamente observados. Sólo se pueden efectuar una a continuación de las otras y son muy sensibles al número*

de elementos que se deben integrar. Esta capacidad de transformación intencional es restringida y no extensible en todos los sujetos, a pesar de sus distintos niveles de conocimientos.

“Toda actividad cognitiva humana se basa en la complementariedad de estos dos tipos de transformaciones. El conjunto de las transformaciones *cuasi-instantáneas* de que dispone un sujeto, determina el nivel y el horizonte epistémicos para las aplicaciones *intencionales*” (Duval, 1999, p.39). Como la capacidad de transformación intencional no es extensible, la diferencia de los desempeños cognitivos entre los individuos depende de la diversidad y de la arquitectura de las transformaciones *cuasi-instantáneas*.

En un sujeto la posibilidad de realizar más transformaciones *cuasi-instantáneas* posibilita el mayor número de elementos integrados y fusionados en una sola unidad informacional y por consiguiente el nivel epistémico de los objetos a los que puede acceder es mayor. Por esto, la función principal de este tipo de transformaciones es suministrar a la percepción inmediata de la consciencia de unidades informacionales más y más ricas para poder acceder a objetos más complejos, sin el incremento de estas transformaciones no habría posibilidades para la construcción jerárquica de los conocimientos, ni de todo progreso cualitativo en el aprendizaje. Esta adquisición pasa por una fase de transformaciones *intencionales*, lo que se observa por ejemplo en las adquisiciones numéricas elementales, los alumnos pasan progresivamente de una actividad intencional (conteo, realización de un algoritmo) con representaciones semióticas (verbales, gráficas, etc.) a las aprehensiones inmediatas con representaciones computacionales.

La Figura 7 expresa el circuito de adquisición del conocimiento mediante las actividades *inmediatas* e *intencionales* y las representaciones *semióticas* y *computacionales*.

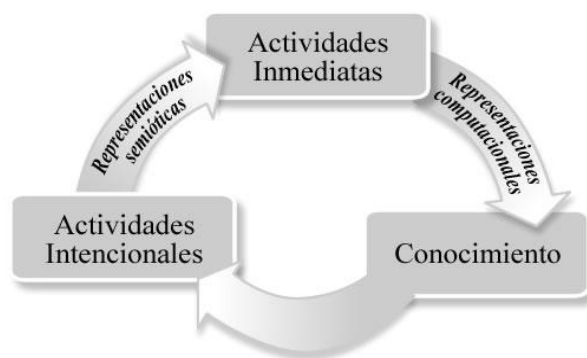


Figura 7. Circuito de adquisición del conocimiento

Se hace necesaria la integración entre los distintos sistemas de representación para poner de manifiesto las dificultades en la adquisición de conceptos y luego establecer nexos que permitan la superación de estas dificultades mediante la comprensión de las

estructuras subyacentes.

Para lograr la conceptualización matemática se debe pasar necesariamente por registros representativos ya que no se dispone del objeto real, epistemológicamente los conceptos matemáticos se consideran entidades abstractas cuya expresión viene dada por enunciados y demostraciones que necesitan algún sistema simbólico, es decir dados por una o varias representaciones específicas (Castro Martínez et al., 1997). En el caso de la Biología, las conceptualizaciones pueden ser de tipo *computacional*, por ejemplo inherentes a la preservación de la vida, como la marcha, la defensa, el abrigo, la huida, o de tipo *mental* donde se relacionan en muchos casos las representaciones *computacionales* con modelos teóricos explicativos de los distintos procesos, por ejemplo el modelo de circulación sanguínea con un circuito cerrado de bombas, tubos y fluidos. La conceptualización en este ámbito es un proceso o circuito de forma triangular que surge de las representaciones *internas* y se manifiesta en las *externas* a través de la construcción de un modelo biológico que luego retorna a lo interno.

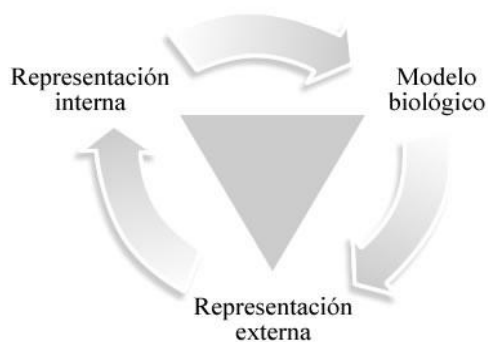


Figura 8. Conceptualización en Biología

Se utilizan también las representaciones *semióticas analógicas* como el caso de la “represa o dique del castor” en relación al mecanismo de regulación interna de la glucemia, o por ejemplo las RGC en dinámicas poblacionales.

El lenguaje matemático utiliza símbolos y representaciones cuya naturaleza y modo de uso ha sido motivo de investigaciones a lo largo de la historia de esta ciencia. Para expresar o representar un concepto matemático se utiliza un conjunto de signos, símbolos y reglas respondiendo a su carácter sistémico, por lo cual según diferentes autores, se habla de un sistema matemático de signos (Kieran y Filloy Yagüe, 1989), de sistemas de notación (Kaput, 1992), de sistemas semióticos (Duval, 1993), o de sistemas de representación (Castro Martínez et al., 1997). Se consideran *sistemas de representación* en matemática al lenguaje natural, las figuras y gráficas, las diferentes escrituras simbólicas, las tablas, cuadros y las notaciones algorítmicas. Un ejemplo es el sistema de referencia que puede ser cartesiano o no, en el cual se consideran dos niveles diferentes de representación:

- El nivel de los *conceptos concretos*: por ejemplo una función dada por su RGC,
- El nivel de las *relaciones entre esos conceptos*: por ejemplo la función derivada primera de la función anterior, representada en la misma gráfica cartesiana.

A pesar de que el objeto matemático “función” admite diferentes representaciones que

contienen la misma información - la representación verbal, esquema funcional, tablas, gráficas cartesianas- en cada una de ellas, se ponen de manifiesto diferentes procesos cognitivos. La representación verbal se relaciona con la capacidad lingüística y con la capacidad de relacionar e interpretar, la representación en tablas con el pensamiento numérico, el esquema funcional con la capacidad simbólica y algebraica y, la representación gráfica con las potencialidades conceptualizadoras de la visualización geométrica y topológica (Font, 2007, Figura 9).

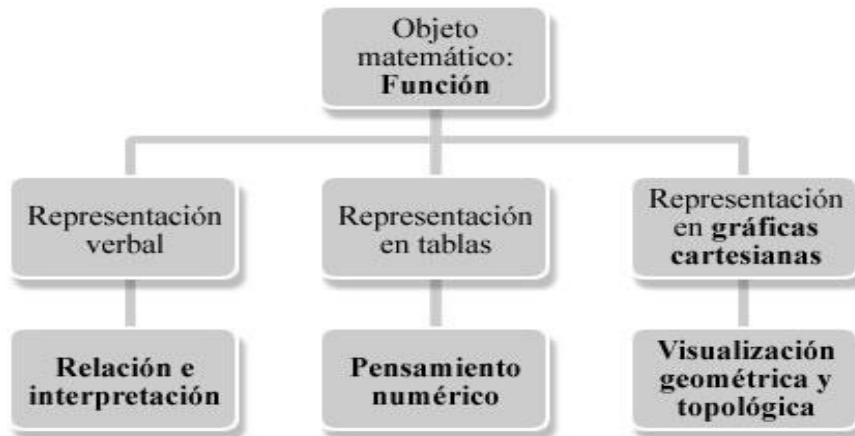


Figura 9. Distintas representaciones y relaciones, para el objeto matemático “función”

Cada concepto matemático dispone de más de un sistema de representación ya que no hay sistema simbólico que agote en su totalidad la complejidad de estos conceptos y a su vez cada uno de estos sistemas de representación pone de manifiesto algunas propiedades importantes del concepto, aunque dificulta la expresión de otras. D’Amore (2006, p.13), al respecto señala que:

Sin duda, el uso de distintas representaciones y su progresiva articulación enriquecen el significado, el conocimiento, la comprensión del objeto, pero también su complejidad. El objeto matemático se presenta, en cierto sentido, como único, pero en otro sentido, como múltiple. Entonces, ¿cuál es la naturaleza del objeto matemático? No parece que haya otra respuesta que no sea la estructural, formal, gramatical (en sentido epistemológico), y al mismo tiempo la estructural, mental, global (en sentido psicológico) que los sujetos construimos en nuestros cerebros a medida que se enriquecen nuestras experiencias.

Al desarrollo del conocimiento y al de los obstáculos hallados en los aprendizajes en los que interviene el razonamiento, la comprensión de textos y la adquisición de tratamientos lógicos y matemáticos (Duval, 1999), se les enfrentan tres grandes fenómenos: el de la *diversificación* de los registros de representación semiótica, el de la *diferenciación* entre representante y representado y, por último el de la *coordinación* entre los diferentes registros de representación semiótica disponibles.

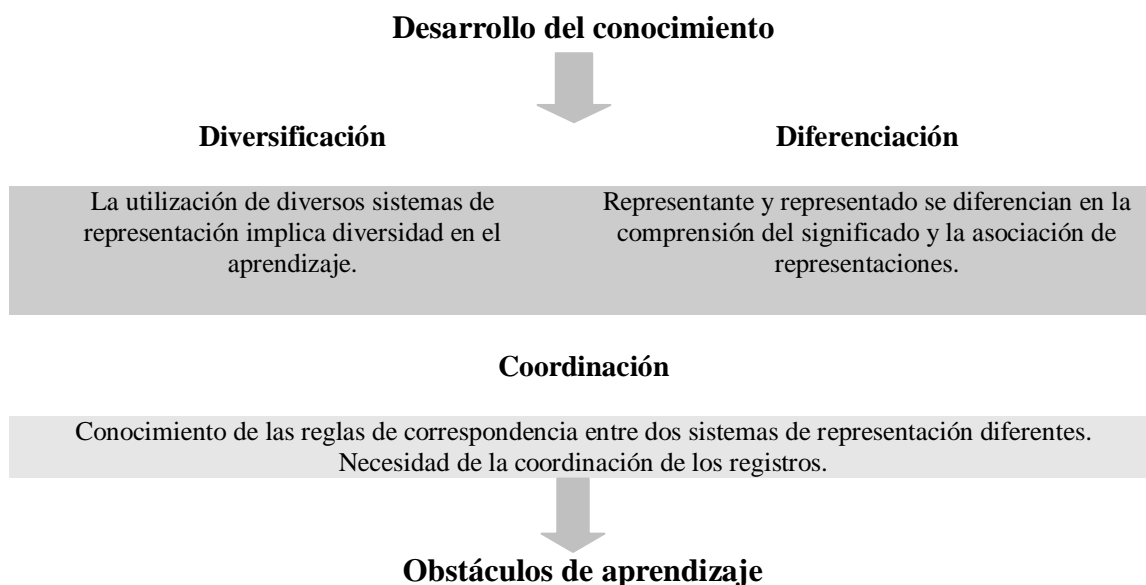


Figura 10. Fenómenos que se enfrentan al desarrollo del conocimiento (Duval, 1999)

En Biología se utiliza el lenguaje natural para la clasificación de seres vivos y el lenguaje simbólico para representar por ejemplo, ciertas funciones vitales como la transmisión del impulso nervioso o el pasaje a través de una membrana, atendiendo a la *diversificación* de los distintos sistemas de representación que utiliza. La *diferenciación* se ejemplifica en la utilización de figuras geométricas cónicas que representan la estructura del corazón o el uso de distintos colores para diferenciar tipos de fluidos sanguíneos en el organismo humano. El fenómeno de la *coordinación* se puede visualizar por ejemplo en la utilización de códigos formados por diferentes combinaciones de letras (AA, Aa) para representar el par de alelos para resolver o interpretar un genotipo.

2.4.4 Representaciones gráficas

Si bien se detecta que la función principal de las gráficas es la de aclarar o facilitar la comprensión de un concepto, suele ocurrir a veces que sólo cumplan un papel decorativo por la escasa atención que le prestan sus lectores o por la falta de procedimientos para trabajarlas dificultando en ese caso su comprensión, integración y aprendizaje. Sin embargo, los resultados de los estudios realizados sobre el aprendizaje de textos acompañados de gráficos apuntan a un efecto positivo del texto ilustrado frente al texto no ilustrado (Levie y Lentz, 1982; Guri-Rozenblit, 1988; Moore, 1993, en Postigo et al., 1999), lo que no se ha evidenciado aún son los procesos cognitivos subyacentes a la adquisición del conocimiento a través de este tipo de textos. Existen dos enfoques dentro de este problema de investigación: el *enfoque conductista*, centrado en la influencia de los gráficos en la memoria y comprensión del texto; y el *enfoque funcional*, basado en la psicología cognitiva y teniendo en cuenta las funciones de los gráficos y las distintas estrategias para sus aprendizajes. Otras interpretaciones teóricas apuntan al efecto facilitador de los gráficos basadas en las distintas teorías sobre el

procesamiento de la información gráfica. Algunos los consideran como *organizadores previos* o de *esquemas* (Dean y Kulhavy, 1981), otros como *hipótesis de la retención conjunta* (Paivio, 1986), y otros como *facilitadores de modelos mentales* (Mayer, 1993). Las tres corrientes teóricas convergen en la funcionalidad del gráfico en el proceso de favorecer el acceso al conocimiento (por motivación; por vinculación de códigos o, por elaboración de modelos mentales). En la Tabla 2 se describen las diferencias entre estas tres interpretaciones.

Tabla 2
Distintas teorías del procesamiento de la información gráfica

Organizador previo	Hipótesis de la retención conjunta	Modelos mentales
Los gráficos motivan a estudiar el texto que acompaña, centrando la atención e induciendo un procesamiento más elaborado, ayudan a clarificar el contenido que resulta más difícil de comprender.	Los gráficos ayudan a establecer códigos no verbales junto a códigos verbales, incrementando el recuerdo del contenido del texto. La representación doble (texto y gráfico) suministra la base fundamental para la memorización.	Los gráficos contribuyen a la construcción de modelos mentales sobre el texto. El material gráfico permite la producción de una representación mental bien estructurada de las partes centrales y relevantes del texto, facilitando su comprensión.

En el aprendizaje de conceptos biológicos, los gráficos que expresan una relación cuantitativa son esenciales dado que se vinculan fuertemente a las relaciones funcionales por ejemplo entre seres vivos, entre órganos de un sistema, entre tejidos de un organismo, y entre un individuo y el medio externo. A través del lenguaje visual se incorpora a nuestra estructura cognitiva información que facilita las descripciones y, en muchas ocasiones, es de gran importancia para la construcción del conocimiento (Gómez Llombart y Gaviria Catalán, 2015). La dinámica funcional en el campo de la BP es un componente sostén en las estructuras de aprendizaje de los novatos. Esto está en correlato con la superación de la visión acotada que pueden provocar las estructuras estáticas relacionadas tanto con la anatomía como con los componentes que construyen un ecosistema. La razón, la explicación y fundamento está de la mano de la función. Por ello, esencialmente siguiendo a Postigo y Pozo (1999, 2000), uno de los criterios para diferenciar los gráficos es su *naturaleza representacional*, la que se refiere al tipo de información que presentan y el formato en el que la representan. Se establecen cuatro grupos de información gráfica que se diferencian en la clase y forma en que es presentada la información, así como en la relación que esa información tiene con el objeto o fenómeno representado. La Tabla 3 sintetiza los cuatro grupos de información gráfica distinguidos por Postigo y Pozo (2000), a saber, *diagramas*, *gráficas*, *mapas e ilustraciones*. Según estos autores, cada grupo se identifica por el tipo de relación expresada. Así, por ejemplo, en el caso de los *diagramas* (esquemas, mapas conceptuales, cuadros sinópticos, organigramas,...), las relaciones son conceptuales. Las *gráficas* en cambio expresan fundamentalmente relaciones cuantitativas entre variables. En el caso de los *mapas*, las relaciones son de tipo espaciales selectivas. Y, por último, estarían las *ilustraciones*, tales como fotografías, dibujos y pinturas, que expresan relaciones espaciales reproductivas de la realidad.

Tabla 3
Tipos de información gráfica según Postigo y Pozo (2000)

TIPO DE GRÁFICO	RELACIÓN QUE EXPRESA	EJEMPLOS
Diagramas	Relación conceptual	Esquemas, mapas conceptuales, cuadros sinópticos, organigramas, diagramas de flujo.
Gráficas	Relación cuantitativa	Histogramas, diagramas cartesianos, gráficas cartesianas, diagramas de barras, diagramas de pastel, diagramas de bastones, tablas, diagramas de líneas, pirámides poblacionales.
Mapas	Relación espacial selectiva	Mapas geográficos, planos, croquis, dibujos esquemáticos.
Ilustraciones	Relación espacial reproductiva	Fotografía, dibujos, pinturas.

En el dominio de la BP y en los soportes de ciencia escolar, tanto se refiera a la dimensión escolar de nivel secundario como en la Formación de formadores, los textos se resuelven con un alto porcentaje de la superficie de las páginas (Perales Palacios y Jiménez, 2002) utilizando los diversos tipos de información gráfica citados anteriormente. Las *gráficas* son objeto de estudio en este caso, y éstas se definen como representaciones que expresan una relación numérica que existe entre dos variables a través de distintos elementos espaciales: barras, líneas, puntos, etc. Según Preece y Janvier (1993), los alumnos tienden a realizar un procesamiento muy ligero y en la mayoría de los casos se limitan a la lectura de los datos y al reconocimiento de aspectos puntuales de las mismas, apareciendo dificultades cuando se les sugiere indagar en niveles más profundos de interpretación de la información representada. Además de leer y construir gráficas, los alumnos necesitan utilizarlas para hacer comparaciones, predicciones y buscar patrones o tendencias entre los datos. Estos procedimientos requieren además un conocimiento del contenido abordado o representado en la gráfica, permitiendo así la realización de inferencias a partir de los datos suministrados, lo que implica una interpretación más profunda de la información presentada.

La interpretación de una gráfica supone describirla, decir lo que se ve, siguiendo su perfil y, también implica decir el porqué de ese perfil que dependerá de la cantidad de información o conocimiento que posea quien interpreta la gráfica. Carswell, Emery, y Lonon (1993) y Leinhardt, Zaslavsky y Stein (1990) sugieren para tal fin analizar dos variables para la interpretación de una gráfica, una *interpretación local*, centrada en la localización de información específica y en los valores puntuales de la gráfica, y una *interpretación global*, centrada en la búsqueda y comparación de tendencias, que considera la totalidad de la gráfica con el objetivo de comprender el “argumento visual”. Sin embargo de sus investigaciones posteriores se observa que el nivel de competencia en interpretaciones globales es más bajo que en las interpretaciones locales, ya que la búsqueda global requiere de un proceso de abstracción que no consiguen realizar la mayoría de los alumnos.

De manera similar García García (2005) presenta en su Tesis doctoral, un análisis de variables referidas a elementos informativos que expresan las RGC al interior y al exterior de las mismas. Es decir, las propias de la estructura de la gráfica y los elementos o señales que hacen al entorno complementario. La mirada *local* se corresponde con la mirada interior en donde se observan elementos informativos

estructurales como explicitación de escalas, determinación de unidades, expresión de datos complementarios, presentación de un título correcto o nominación correcta de los ejes; como también elementos *no estructurales* tales como la inclusión de ecuaciones, ilustraciones e íconos, de símbolos o de términos o conceptos. Para la mirada exterior o global, García García (2005) propone los elementos informativos denominados *complementarios* que se ejemplifican en la información relevante para entender los datos trasladados a la gráfica o en las prácticas científicas asociadas a la elaboración de la gráfica: experimentos, pruebas, ensayos, tablas de datos, como también en los conceptos pertenecientes al campo disciplinar. En la Tabla 4 se sintetizan los elementos que García García (2005) cita como importantes en cada una de estas interpretaciones.

Tabla 4
Elementos en la interpretación de una gráfica

Interpretación local		Interpretación global
Elementos estructurales	Elementos no estructurales	Elementos complementarios
- explicitación de escalas	- inclusión de ecuaciones	- experimentos
- determinación de unidades	- ilustraciones	- pruebas
- expresión de datos complementarios	- íconos	- ensayos
- presentación de título	- símbolos	- conceptos

Para acceder a la información propuesta por la gráfica, se incluyen otros componentes sintácticos y semánticos que trascienden la distinción entre información local y global.

Postigo y Pozo (2000) proponen que la interpretación de una gráfica es un proceso en el que los sujetos interpretan la información en tres niveles de procesamiento y que forman parte de un continuo. Los niveles son:

- Nivel de procesamiento de la información **explícita**, este es el nivel inicial y más básico de la interpretación gráfica.
- Nivel de procesamiento de la información **implícita**, es el nivel intermedio de interpretación de la información gráfica.
- Nivel de procesamiento de la información **conceptual**, es el nivel superior y se supone que está apoyado en los niveles anteriores. En este nivel los sujetos son capaces de procesar la información para generar relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura gráfica. Es decir, pueden elaborar interpretaciones, explicaciones o predicciones sobre los fenómenos representados por la gráfica.

Que el sujeto interprete una gráfica siguiendo estos tres niveles depende de su habilidad en la decodificación de la sintaxis de la gráfica, de su conocimiento sobre el contenido representado y de las características de la gráfica o de las variables o factores de la tarea que rodea a su aprendizaje. La Tabla 5 muestra la vinculación entre los niveles de información, sus características (Postigo y Pozo, 1999) y las actividades propuestas por García García (2005).

Tabla 5

Distintos niveles para el procesamiento de la información gráfica y su relación con procedimientos y actividades de aplicación (elaboración propia, basada en Postigo y Pozo, 1999, y García García, 2005)

Nivel de información	Características	Procedimientos	Actividades relacionadas
Explícita	<i>Es el nivel más superficial de lectura de la gráfica, centrado en la identificación de sus elementos como el título, número, tipo y valores de las variables utilizadas.</i>	Asignación de título	Colocar título de la gráfica; Indicar las variables relacionadas; Señalar el sistema o fenómeno al cual hace referencia y el contexto en el cuál se relacionan.
		Identificación de variables	Determinar el nombre de las variables; Clasificar a las variables como dependientes e independientes.
		Lectura de datos	Leer los distintos valores de las variables que se exponen en la gráfica; Extrapolar datos; Comparar el valor de dos puntos pertenecientes a curvas diferentes o ubicaciones diferentes en la línea gráfica; Identificar un punto en la línea gráfica para el cual se cumple determinadas condiciones.
Implícita	<i>En este nivel se identifican patrones y tendencias a través del establecimiento de relaciones intravariantes e intervariantes. Supone un manejo y conocimiento de las convenciones de los diversos tipos de gráficas, así como procesos de decodificación de leyendas o símbolos. Implica procedimientos de mayor complejidad.</i>	Identificación de las relaciones entre variables	Expresar el tipo de relación existente entre las variables (determinando cuál es la expresión algebraica más adecuada para formalizar la relación descrita en la gráfica); Determinar cómo varía una variable en relación con la otra; Formular una consecuencia directa del comportamiento observado en las variables, ya sea en la totalidad de la gráfica o en una sección de la misma.
		Clasificación de la relación	Identificar patrones y tendencias en la gráfica (determinando el tipo de proporcionalidad que se presenta entre las dos variables relacionadas o estableciendo cuál fue o cuál será el comportamiento de las variables de acuerdo a lo descrito en la gráfica).
		Reconocimiento de términos	Decodificar las convenciones, términos, leyendas o símbolos que acompañan a la gráfica (discriminación y utilización de unidades o, definición de diversos términos incluidos en las gráficas), serían las idóneas.
Conceptual	<i>Este nivel está basado en los anteriores, se centra en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura de la gráfica, relacionando los contenidos conceptuales representados.</i>	Elaboración de síntesis conceptuales	Establecer relaciones conceptuales (al elaborar una conclusión general acerca de fenómenos tratados por la gráfica a partir del análisis global de la misma).
		Elaboración de explicaciones	Explicar fenómenos a partir de la información aportada por la gráfica (formular explicaciones a situaciones que están en conexión con las relaciones expuestas por la gráfica cartesiana haciendo uso de la información aportada por esta última).
		Elaboración de predicciones	Predecir el comportamiento de los fenómenos: predecir o estimar el valor que toma una de las variables, predecir el valor de un parámetro que está influenciado por el valor de una de las variables o predecir el comportamiento de un sistema análogo al descrito por la representación gráfica.

Para comprender mejor la utilidad de la Tabla 5, se propone como ejemplo el análisis de la actividad propuesta en la Figura 11, extraída del texto *Vida. La ciencia de la Biología* (Purves, Sadava, Orinas y Craig Heller, 2002, p. 977).

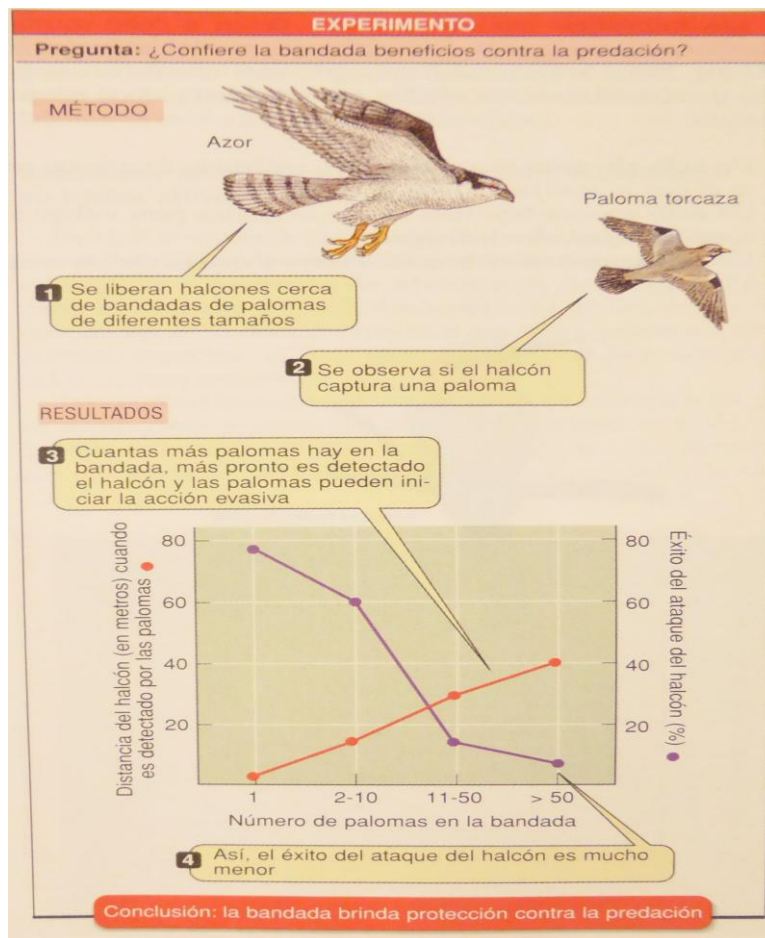


Figura 11. Actividad extraída de Purves et al. (2002, p. 977)

El primer nivel de información *explícita* señalado permite en este caso, el desarrollo de los procedimientos que hacen a la *identificación de variables* (numero de patrones en la bandada, distancia del halcón en metros y éxito del ataque del halcón) y *lectura de datos*. Para el segundo nivel y en correlato con los procedimientos que permiten su construcción, *reconoce términos* (predación, bandada), *identifica* y *clasifica la relación* que proporciona esta RGC. La formulación de la conclusión (la bandada brinda protección contra la predación) implica establecer una relación conceptual a partir de las relaciones o resultados anteriormente establecidos (aumento de la distancia del halcón al ser detectado por las palomas y disminución del éxito del ataque del halcón, a medida que aumenta el número de palomas en la bandada), y ello supone el tercer nivel de información *conceptual*.

2.4.5 Las actividades cognitivas fundamentales de las representaciones ligadas a la semiosis

Como se expuso en el apartado 2.4.1, para lograr la semiosis, es decir el proceso de asociación de signos en la producción de significación interpretativa, se involucran tres actividades cognitivas fundamentales de representación: la *formación*, el *tratamiento* y

la *conversión* (Duval, 1999).

- **Formación de la representación:** Consiste en hacerla identificable como un símbolo de un registro dado. Para conseguir la formación debemos llevar a cabo una selección de rasgos y de datos en el contenido por representar; tal selección depende de unidades y reglas de formación que son propias del registro semiótico en el cual se produce la representación.
- **Tratamiento de la representación:** Consiste en la transformación de la representación que se realiza en el mismo registro en que ha sido formulada.
- **Conversión de la representación:** Es la transformación de la misma en una representación de otro registro, conservando la totalidad o una parte solamente del contenido de la representación inicial.

Para formar una representación semiótica se recurre a signos que sustituyen la visión de un objeto. Estos signos pertenecen a un sistema semiótico como la lengua materna, el lenguaje matemático, un código icónico de representación gráfica o artística, etc. Para la *formación* de una representación semiótica se siguen los siguientes actos:

- designación nominal de objetos,
- reproducción de su contorno percibido,
- codificación de relaciones o propiedades y
- articulación de las representaciones en otras de orden superior.

Además la *formación* debe respetar las reglas de conformidad a fin de no complicar la comunicación, es decir, las reglas que constituyen un sistema semiótico. Estas reglas permiten el reconocimiento de las representaciones en un registro dado y también identifican un conjunto de elementos físicos o trazos como una representación en un sistema semiótico, se dice que es una fórmula, un enunciado, una gráfica o una fotografía. La selección de un cierto número de caracteres de un contenido imaginado, percibido o representado permite la *formación* en función de la representación en un registro dado, por ejemplo la descripción es un tipo de actividad de *formación* en la lengua natural y puede efectuarse en diferentes situaciones, en el recuerdo, en la evocación imaginaria o frente al objeto real.

El *tratamiento* es la transformación de una representación inicial en otra terminal respecto a un problema o necesidad, es decir una transformación en el interior del registro de representación. Por ejemplo el cálculo es un *tratamiento* interno en el registro de la escritura simbólica en cifras o en letras, aunque el término cálculo matemáticamente involucre además un proceso que combina actividades de *tratamiento* y *conversión*. Parafrasear también es un ejemplo de *tratamiento* ya que transforma una expresión lingüística en otra. La actividad de *tratamiento* produce una expansión informacional y las reglas para tal fin provienen de la lógica denominadas reglas de derivación que son comunes a todos los razonamientos deductivos. Por ejemplo en el campo de la BP suele ocurrir cuando los estudiantes ante el análisis de dos poblaciones diferentes, que comparten un tiempo y un espacio y poseen una misma fuente alimentaria, pueden deducir la gráfica, la simbología o la verbalización que representaría la dinámica en un tiempo estimado según el planteamiento dado.

La traducción, ilustración, transposición, interpretación o codificación son operaciones

que ejemplifican a la *conversión*. La RGC de los datos del enunciado de un problema es la *conversión* de la expresión lingüística de una relación o de una función en el registro de una escritura gráfica. Como el contenido de la representación obtenida puede cubrir en forma parcial el de la representación de partida, generalmente se realizan actividades de selección y reorganización previas a la de *conversión*. Esta actividad requiere necesariamente que se perciba la diferencia entre el sentido y la referencia de los símbolos o de los signos, respecto del contenido de una representación y lo que representa. Surge el cuestionamiento para distinguir si un aprendizaje encaminado a la adquisición de actividades de *conversión* tiene la misma naturaleza que un aprendizaje guiado a la adquisición de actividades de *tratamiento*. Aunque existen reglas para la *conversión* se producen a veces dificultades o ambigüedades, es el caso por ejemplo de las funciones reales cuando se realiza el pasaje de su representación en esquemas funcionales a la RGC en el plano. En este caso la regla asocia a cada punto del plano un par ordenado de números reales y permite construir con un procedimiento sencillo las representaciones gráficas de funciones reales. Se trata de una regla local que induce una actividad de puntaje. El problema se manifiesta en el pasaje inverso, es decir de la RGC a su esquema funcional. Para poder discriminar entre las distintas representaciones hay que inducir a realizar una interpretación global destacando los posibles valores de las variables visuales en el registro gráfico relacionándolos con los símbolos correspondientes en la escritura algebraica. Las reglas para la *conversión* no son las mismas según el sentido en el que se produce el cambio de registro. Al convertir un contenido lingüístico en una figura o en uno de sus componentes se manifiesta una ilustración, y se realiza una descripción cuando se representa una imagen a través de un texto (García García, 2005).

Distinguir estas tres actividades de la semiosis es esencial para el análisis cognitivo de las tareas como también para el de las condiciones de un aprendizaje conceptual. Además estas actividades intervienen de forma explícita o implícita en las tareas de producción o de comprensión de la enseñanza. En la enseñanza se privilegia el aprendizaje de las reglas que permiten la *formación* de las representaciones semióticas y las de su *tratamiento*, esto ocurre por ejemplo en el aprendizaje de la lengua natural, de los registros numéricos o de la escritura simbólica. Duval (1999) afirma de sus investigaciones, que la actividad cognitiva menos utilizada y más difícil de adquirir en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las nociones matemáticas es la de *conversión*. Propone que se intensifiquen las actividades en las cuales intervengan cambios de registro para favorecer la coordinación entre los distintos registros y no ocasionar obstáculos en los aprendizajes conceptuales.

Diversos autores como Winn (1989) y Levin (1981, 1989) citados en Postigo y Pozo (1999); y Levie y Lentz (1982), Reid (1990), Carney y Levin (2002), citados en González y Barbeito (2011), realizan una categorización de las funciones del material gráfico atendiendo a los aspectos cognitivos. Esta serie de tareas como la representación, identificación, clasificación, aprendizaje secuencial, solución de problemas, organización e interpretación, entre otras, se consideran como aquellas dimensiones que los alumnos deberían realizar para las que se requieren diferentes gráficos con distinta funcionalidad. Si se consideran como principales funciones cognitivas potenciadas en los gráficos el *acceso*, la *percepción* y la *comunicación-expresión*, se puede establecer así una vinculación entre éstas, con las dimensiones que

las identifican y la característica de los gráficos, según las propuestas por Postigo y Pozo (1999). A partir de la interpretación de los autores citados anteriormente, se establecen relaciones, las cuales se expresan en la Tabla 6.

Tabla 6
Funciones cognitivas potenciadas, dimensiones y características de los gráficos

Funciones cognitivas potenciadas	Dimensiones	Características
Acceso	Identificación	Los gráficos presentan signos que representan la realidad (dibujos figurativos o fotografías) favoreciendo la referencia a conceptos.
	Interpretación	Los gráficos presentan signos y símbolos que ayudan a acceder a contenidos abstractos. Las ilustraciones pueden apelar a analogías y/o metáforas.
Percepción	Organización	La macroestructura del gráfico es coherente y organizada expresando relaciones entre los conceptos centrales, pudiendo tener vinculación con el texto.
	Vinculación	Puede presentar una relación entre los diferentes conceptos favoreciendo un procesamiento secuencial de la información. La información implícita contenida, emerge con diversos signos, los cuales están relacionados adecuadamente, favoreciendo un aprendizaje sostenido.
Comunicación -Expresión	Transformación	Portan señales que demandan la elaboración de síntesis conceptuales, de explicaciones que no solamente favorecen la función ilustrativa del gráfico sino que complementan y enriquecen la información portada por el mismo.
	Solución de problemas	Problemas espaciales o matemáticos son traducidos a gráficos concretos. Pueden demandar su aplicación para la resolución del problema con vínculo a la comunicación oral o escrita de la resolución. Se vinculan a los procesos de predicción tanto como a los de formulación de explicaciones provisionarias.

Se comprende que la función cognitiva de *acceso* desde la identificación, la interpretación, el análisis y la vinculación hacen a la actividad semiótica de *formación*. Mientras que la *percepción* y la *comunicación-expresión* son funciones cognitivas que impactan en las actividades semióticas de *tratamiento* y *conversión* de la información, siendo el aprendizaje secuencial y la solución de problemas dos dimensiones estructurantes, que incluyen a la organización y transformación de unidades, conceptos, variables, etc. Así se vinculan las actividades ligadas a la semiosis (Duval, 1999), con las dimensiones involucradas, y las funciones cognitivas planteadas.

Caracterizar estas dimensiones a su vez, permite revisar y recuperar las actividades propias a cada procedimiento, según la Tabla 6. Esta mirada da origen a indicadores que favorecen el análisis de la construcción semiótica que realiza un individuo al interactuar con una RGC. En este caso, el tratamiento semántico del concepto conduce necesariamente a la semiosis. Esos indicadores, a su vez permiten no solamente establecer las actividades de aplicación de los estudiantes sino también las señales para el análisis cuantitativo y cualitativo de la interacción de los estudiantes con distintos instrumentos de investigación.

Distinguir el número, tipo y valores de las variables en una RGC, permite desarrollar la

identificación, que en vínculo a la clasificación, ubicación y asignación de título hacen referencia a su interpretación. El *acceso* a la RGC también está vinculado al análisis por medio de la extrapolación y comparación de las variables utilizadas. La *percepción* se logra a través de la determinación de la relación algebraica, establecimiento de la forma en que covarían las variables y el aprendizaje secuencial por el reconocimiento de las unidades, escalas, patrones y tendencias de las variables en una gráfica. Para la *comunicación* los procedimientos que se utilizan son la transformación referida a la transferencia de conceptos y conversión de representaciones, junto a la solución de problemas que se da en la comprensión, resolución de un problema y finalmente en la emisión de una respuesta. La Tabla 7 define las variables utilizadas en la investigación, referidas a las actividades semióticas, a las funciones cognitivas y a sus respectivas dimensiones e indicadores.

Tabla 7

Actividades ligadas a la semiosis, funciones cognitivas, dimensiones e indicadores para el procesamiento de la información gráfica (Elaboración propia a partir de Duval, 1999; Postigo y Pozo, 1999 y García García, 2005)

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES
Actividades ligadas a la semiosis	Funciones cognitivas		
Formación	Acceso	Identificación	<ul style="list-style-type: none"> • Número de variables (NV) • Tipo de variables (TV) • Valores de las variables (VV)
		Interpretación	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de las variables (CIV) • Ubicación de las variables (UV) • Asignación de título (AT)
		Análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Extrapolación de variables (EV) • Comparación de variables (CV)
		Análisis y vinculación	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV) • Clasificación de la relación entre las variables (CRV)
Tratamiento	Percepción	Aprendizaje secuencial	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de las unidades (RU) • Reconocimiento de escalas (RE) • Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)
	Comunicación-Expresión	Solución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión del problema (CP) • Resolución (RP) • Emisión de la respuesta (ER)
Conversión	Percepción	Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la relación algebraica (RA) • Establecimiento de la forma en que covarían las variables (CoV)
	Comunicación-Expresión	Transformación	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia de conceptos (TC) • Conversión de representaciones (CR)

Apartado 2

El modelo ontosemiótico para el análisis de libros de texto de Biología de Educación Secundaria y de Formación de Profesores de Biología

2.5 El lenguaje natural y simbólico que presentan los libros de texto

El hombre toma conciencia de sí mismo cuando es capaz de hablar sobre sus experiencias y es la lengua la que le permite reflexionar sobre ellas y trascenderlas. Lengua es un término polisémico, para algunos lingüistas está vinculado a la capacidad general del ser humano de comunicación oral y escrita, según un modelo de construcción idiosincrática, en cambio para los semiólogos la comunicación requiere de diferentes recursos por lo tanto: colores, sonidos, movimientos, gestos, etc., hacen al lenguaje. En los seres humanos puede decirse que el lenguaje tiene raíces genéticas. En definitiva con una mirada más restringida o más amplia un lenguaje es un *sistema*; presupone un conjunto de elementos interrelacionados, organizados por determinadas reglas, donde cada elemento está estrechamente vinculado con los otros, de modo tal que si se modifica alguno, los restantes sufren alteraciones de diversos grados.

En todo proceso comunicacional, y en este caso en particular en los libros de texto, lo que se persigue es lograr representar, es decir hacer presente una cosa (objeto, persona, idea, etc.) con palabras u otro tipo de signos, de manera tal que una representación es una forma que reemplaza a la realidad. Cuando se hace la sustitución de la cosa con una

forma, se modifica, se modela para adaptarla a esa forma que la representa. Por eso la palabra no es nunca un simple rótulo de la cosa, ni el signo visual la copia del objeto. Al respecto, se dice que la función primigenia de los lenguajes es la de construir modelos del mundo. Magariños de Morentin, 1983 (citado en Zalba, 2008, p.2), afirma que:

Los lenguajes son la forma de decir el mundo. El mundo no es otra cosa que la forma en que ha quedado dicho mediante algún lenguaje (por eso también puede afirmarse que un lenguaje crea un mundo). No hay mundo que no haya sido dicho: sin decirlo, el mundo sería caos. Decir el mundo es ordenarlo, jerarquizarlo y hacerlo significativo. Diciendo el mundo el hombre se humaniza; es decir transforma una realidad (inaprensible) en pensamiento simbólico (única realidad concreta en la que existe el hombre). Lo humano comienza cuando existe lenguaje, o sea, cuando existe humor, mentira, poesía.

Tal como se ha expresado anteriormente, el término “lenguaje” puede ser considerado como sinónimo de lengua, pero esta mirada restringida acotada impide análisis enriquecedores. El hombre es quien desarrolla las lenguas y las usa para comunicarse, tienen una dimensión social y una dimensión simbólica, puesto que con las lenguas codificamos y nombramos el mundo. También poseen una dimensión neuropsicológica, el cerebro humano tiene un área especializada para la adquisición y uso de lenguas y una serie de órganos evolucionados para el habla. Las lenguas tienen una base biológica sustentada en la capacidad de establecer correspondencias entre dominios cualitativamente distintos, de asociar dos órdenes diferentes. Por ser creaciones humanas, se reconocen dos planos para su tipificación, el *plano de la expresión o significante* (materia sensible) y el del *contenido o significado* (orden mental), (Hjelmslev, 1943). “El significado es el conjunto de sentidos consensuados en torno a un objeto semiótico” (Zecchetto, 2006, p.96). Ambos planos se conjugan, el plano de la expresión o del significante es el nivel perceptible del lenguaje, el de su manifestación visual, auditiva, espacial; en cambio el plano del significado remite al nivel semántico. Cada plano es de naturaleza diferente, así un mismo significado puede expresarse con diferentes significantes.



Figura 12. Planos de expresión y su interacción

Teniendo en cuenta el criterio de clasificación de *la naturaleza del plano significante*, se puede resolver una tipología de los lenguajes, por ejemplo los lenguajes visuales y lenguajes gestuales. Si bien esta relación es convencional, responden a reglas, los hombres generan las reglas de combinatoria que rigen a los lenguajes. Hay grados de independencia entre ambos planos, cada uno se estructura como un subsistema y será

siempre una relación entre ambos.

Cuando el proceso de creación se produce en forma inconsciente decimos que las lenguas son *naturales*, son los distintos idiomas que poseen un plano de la expresión fónico acústico (que puede o no materializarse en la escritura) o ser signada (lenguas para sordos) y emergen a partir de la capacidad de comunicación y representación del mundo. Si en cambio es una creación consciente, intencional se dará origen a un *lenguaje artificial* de función específica en una determinada comunidad. En un libro de texto se utilizan estos dos tipos de lenguajes.

Una de las características de las lenguas naturales desde una visión semiótica, es *ser un sistema de signos*. Según el padre de la lingüística moderna, Ferdinand de Saussure (1945), el signo es el eje del análisis teórico de la lengua. Para él, el signo es la reunión entre el significado (de orden conceptual) y el significante (de orden sensorial). El signo lingüístico puede ser oral o escrito según sea su modalidad perceptiva, y es muy importante para el individuo porque remite a la realidad que representa y modifica aspectos del comportamiento.

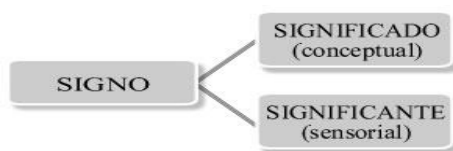


Figura 13. Dimensiones de un signo según Saussure (1945)

El signo es, pues, fruto de un contrato concertado entre los miembros de la sociedad, que actúa como fuerza externa sobre la lengua modificándola pero sin alterar sus características formales. Sin embargo para la semiótica de la significación de Charles Peirce, se apunta a aprehender la totalidad de los procesos comprometidos en el establecimiento de las significaciones. En la significación cooperan tres instancias: el *objeto* (que se pretende representar), el *signo* (que lo representa) y el *interpretante* (que lo interpreta). El interpretante es, a la vez, una norma social o un hábito colectivo institucionalizado y la determinación aquí y ahora de una mente que interioriza esta norma. En todo fenómeno semiótico hay un traspaso, a través de un signo (medio), de una cierta forma de relaciones que está en la mente de un productor hacia la mente de un intérprete.

Para Hjelmslev (1943, citado en Godino, 2002, p. 252) “Una función semiótica es por lo tanto, una relación o correspondencia entre un antecedente: la expresión o significante, y un consecuente: el contenido o significado, que establece un sujeto (persona o institución) de acuerdo con un código o criterio de correspondencia, es la dependencia entre el texto y sus componentes, la relación que vincula la expresión y el contenido”. Los códigos son convenios que informan a los sujetos sobre los términos o fúntivos. Cada función semiótica involucra un acto de semiosis que realiza un sujeto interpretante, posibilitando la comprensión y el conocimiento. La diversidad de funciones semióticas que puedan establecerse incide directamente en la variedad de conocimientos que pueden adquirirse. Se relacionan, por lo tanto, el conocimiento con el significado y con las funciones semióticas, ya que la variedad de conocimientos depende de la diversidad de funciones semióticas que pueden establecerse entre las entidades. Sin embargo no es tan fácil establecer esta relación o correspondencia entre

significado y significante, se presentan a veces disparidades o desajustes en el significado atribuido a una expresión, surgiendo así los denominados conflictos semióticos. Un conflicto semiótico es un desajuste o disparidad que se produce entre los significados atribuidos a una misma expresión entre dos sujetos (Godino, 2002, p.258).



Figura 14. Representación de un conflicto semiótico

Cuando el conflicto se produce entre significados institucionales se lo denomina conflicto *epistémico*; si se da entre prácticas que forman el significado personal, se refiere a los conflictos *cognitivos*, y si en cambio se origina entre prácticas discursivas y operativas entre dos sujetos se los denomina *interaccionales*.

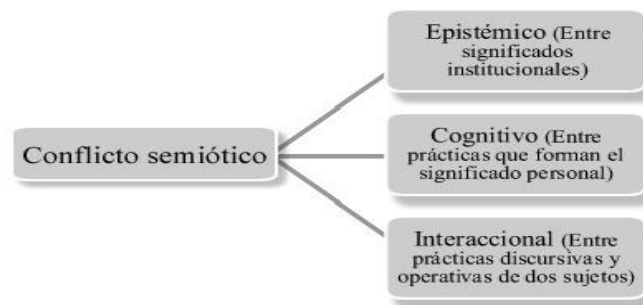


Figura 15. Taxonomía de los conflictos semióticos

Un libro de texto puede originar conflictos semióticos al dejar a cargo del lector la realización de determinadas funciones semióticas que son básicas para la correcta interpretación del texto, produciendo una disparidad entre el significado personal global y el significado institucional pretendido, apareciendo desajustes entre el significado personal del lector y el significado pretendido por el autor.

La lengua *es un tipo de conocimiento* según Noam Chomsky (1989), lo traemos en nuestro programa genético, el cuál además nos habilita para aprender lenguas. La capacidad de hablar lenguas y la maduración de las formas lingüísticas es endógena, está prescripta en el genoma humano, pero se necesita de la interacción social adecuada que actúa como activante de ese programa interno. Para Saussure la lengua es producto de la convención social, es algo exterior al individuo, para Chomsky es algo interno como un conocimiento, como un estado de la mente. Ésta es mediadora del conocimiento porque posibilita y favorece por un lado la adquisición de nuevos saberes y por otro la asimilación de experiencias de generaciones anteriores.

Con la lengua se pueden regular las relaciones interpersonales y sociales, dado que se

utiliza para alcanzar fines. En el acto del habla realizamos procedimientos que nos permiten elegir signos que respondan a nuestra intención, es una conducta inteligente y propositiva que nos diferencia de otras especies porque decidimos si usamos o no la lengua y de hacerlo decidimos momento y tonalidad, “La lengua no es sólo un instrumento de representación de la realidad sino también de manipulación de intenciones” (Amadeo, 2007, p.13).

La *eficiencia* lingüística es el resultado de la apertura situacional o comunicacional, podemos usar expresiones iguales para aludir a cosas diferentes debido a la existencia de términos que van modificando su significado según su uso y contexto. Una de las consecuencias de la *economía* de la lengua es la *creatividad*, podemos emitir y entender palabras nuevas por el conocimiento lingüístico que nos permite aplicar en casos particulares patrones generales, o funcionarán como *símbolo*, pues puede remitirse al mundo o a su representación mental y funciona como mediadora del conocimiento. El *lenguaje matemático*, lenguajes de programación como el Fortran, Cobol, Pascal, entre otros, son lenguajes artificiales creados en el ámbito de diversas comunidades para comunicar en ciertos espacios o en comunidades humanas.

2.6 El enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática

Para la Didáctica de la Matemática, Epistemología, Psicología y otras ciencias que estudian la cognición humana (su naturaleza, origen y desarrollo), hablar de representación implica hablar de significado, conocimiento, comprensión, modelización. Estos tópicos se transforman en un núcleo central para estas ciencias y es por esto que se estudian desde distintos puntos de vista. La complejidad y ambigüedad se presenta en los objetos matemáticos que se tratan de representar, por su diversidad y naturaleza. “Hablar de representación (significado y comprensión) implica necesariamente hablar del conocimiento matemático, y por tanto, de la actividad matemática, sus producciones culturales y cognitivas, así como de las relaciones con el mundo que nos rodea” (Godino, Rivas y Castro, 2008, p. 2). Sin embargo, el conocimiento matemático no está formado sólo por conceptos, está conformado también por problemas, notaciones, procedimientos, proposiciones, teorías, sistemas, los cuales constituyen a los objetos matemáticos, que tienen que ser representados y comprendidos. En Matemática, según lo expresa Godino, Rivas y Castro (2008, p.4), encontramos objetos de diversa naturaleza:

- **Objetos que componen el mundo** –el mundo matemático- y que son representados mediante sistemas de signos (punto, número, plano),
- **Objetos que ponen en relación a los objetos de dicho mundo** (relaciones como la igualdad; operaciones como los algoritmos) y
- **Objetos que describen la presencia de los objetos anteriores** en situaciones más complejas que caracterizan el mundo matemático (problemas, demostraciones).

Por lo tanto, “los objetos matemáticos son cualquier entidad o cosa a la cual nos referimos o de la cual hablamos, sea real, imaginaria o de cualquier otro tipo, que

interviene de algún modo en la actividad matemática” (Godino, Rivas y Castro, 2008, p.11). Teniendo en cuenta esta definición Godino y D’Amore (2007) proponen la siguiente tipología más específica para los objetos matemáticos presentados en la Tabla 8.

Tabla 8
Clasificación de objetos matemáticos o entidades primarias (Godino y D’Amore, 2007)

OBJETOS MATEMÁTICOS	EJEMPLOS
Lenguaje	Términos, expresiones, notaciones, gráficos en sus diversos registros (escrito, oral, gestual).
Situaciones	Problemas, aplicaciones extra-matemáticas, ejercicios.
Acciones	Operaciones, algoritmos, técnicas de cálculo, procedimientos.
Conceptos	Introducidos mediante definiciones o descripciones como recta, punto, número, media, función.
Propiedades	Enunciadas sobre conceptos.
Argumentos	Por ejemplo, los que se usan para validar o explicar los enunciados, por deducción o de otro tipo.

A su vez estos objetos se organizan en entidades más complejas: sistemas conceptuales, teorías, etc. (D’Amore, 2006, p.4). Estos seis tipos de entidades primarias presentadas amplían la tradicional distinción entre conceptos y procedimientos, al considerarlos insuficientes para describir los objetos intervinientes y emergentes de la actividad matemática. Para Godino, Rivas y Castro (2008, p.7):

La consideración de una entidad como primaria no es una cuestión absoluta sino que es relativa, puesto que se trata de entidades funcionales y relativas a los juegos de lenguaje (marcos institucionales y contextos de uso) en que participan; tienen también un carácter recursivo, en el sentido de que cada objeto, dependiendo del nivel de análisis, puede estar compuesto por entidades de los restantes tipos (un argumento, por ejemplo, puede poner en juego conceptos, proposiciones, procedimientos, etc.).



Figura 16. Vinculación de los objetos matemáticos

Existe una correspondencia entre los procesos matemáticos tomados como secuencias

de acciones y los objetos matemáticos primarios, como se muestra en la Tabla 9. Se considera a la resolución de problemas y a la modelización como *hiper-procesos matemáticos primarios*, es decir el establecimiento de conexiones entre los objetos y la generalización de técnicas, reglas y justificaciones. Para la realización efectiva de los procesos de estudio, se requiere también la realización de secuencias de prácticas de planificación, control y supervisión que comportan procesos de meta-cognición (Godino, Rivas y Castro, 2008).

Tabla 9

Correspondencia entre las secuencias de acción y los objetos matemáticos

SECUENCIAS DE ACCIÓN	OBJETOS MATEMÁTICOS
Comunicación	Lenguaje
Definición	Conceptos
Enunciación	Propiedades
Argumentación	Argumentos
Problematización	Situaciones
Elaboración de procedimientos	Acciones

La noción de *significado* de un objeto matemático y su análisis desde una visión didáctica, ayuda a comprender las relaciones entre las diferentes formulaciones teóricas de la Matemática y permite estudiar bajo una nueva perspectiva las cuestiones de investigación, y de forma particular las referidas a la evaluación de los conocimientos. Godino, Rivas y Castro (2008), se refieren a Lyon (1994, p.3) quien describe a la *significación* como una relación ternaria, analizable en tres relaciones binarias, dos básicas y una derivada, es decir, la relación entre un signo denominado A y su referente C, es indirecta, es mediatizada por un concepto B. En el caso matemático por ejemplo A representa un término o expresión matemática, B el correspondiente objeto matemático (concepto, proposición, procedimiento) y C el significatum (o referente) de dicho objeto.

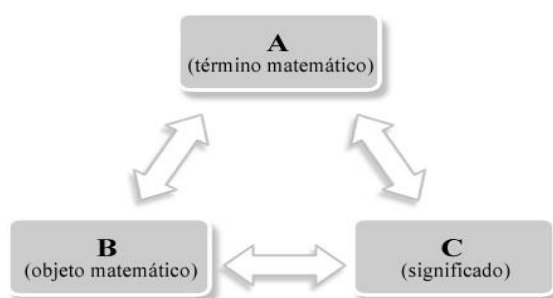


Figura 17. Ciclo de la significación de un objeto matemático

Comprender el concepto es el acto que sirve para captar su significado. Según Sierspínska (citado en Godino y Batanero, 1994), “es un acto de generalización y síntesis de significados relacionados a elementos particulares de la estructura del

concepto (la estructura es la red de sentidos de las sentencias que hemos considerado). Estos significados particulares tienen que ser captados en actos de comprensión”. Las definiciones por abstracción, por inducción completa y otras definiciones que utilizan los matemáticos, describen con precisión las características de sus objetos: *un concepto matemático viene dado por sus atributos y por las relaciones existentes entre los mismos*. En cambio desde el punto de vista de la psicología cognitiva, interesada en los procesos de formación de los conceptos, se ha impuesto la postura de Vergnaud, según la cuál “no hay atributos necesarios y suficientes para describir la estructura interna de los conceptos, se dice que los conceptos están definidos de un modo difuso” (Godino y Batanero, 1994, p.3).

Desde la filosofía matemática el *significado* puede estudiarse desde dos posturas diferentes: la realista y la pragmática. Si lo analizamos desde el punto de vista de la teoría realista, veremos que el *significado* es una relación convencional entre signos y entidades concretas o ideales que existen independientemente de los signos lingüísticos. “Una palabra se hace significativa por el hecho de que se le asigna un objeto, un concepto o una proposición como significado” (Godino y Batanero, 1994, p.4). De este modo existen entidades, que pueden ser o no concretas, dadas en forma objetiva con anterioridad a las palabras, que son sus significados. La función semántica de las expresiones lingüísticas está determinada por una relación convencional llamada *nominal*, con ciertas entidades como puede ser un objeto, un hecho o un atributo. La postura realista se corresponde con una visión platónica de los objetos matemáticos, para ellos las nociones y estructuras matemáticas poseen una existencia real, independiente de la humanidad, en algún dominio ideal. El conocimiento matemático se obtiene de las relaciones preexistentes que conectan los objetos, como un sistema de verdades seguras e inmutables, lo que da lugar a una postura absolutista de este conocimiento. Los platónicos conciben a los objetos matemáticos con una existencia anterior a la actividad matemática y ésta como el descubrimiento de la geografía del mundo en el que están esos objetos. Frege, Russell, Cantor, son algunos de los representantes de esta corriente, sin embargo aparecen críticas a esta perspectiva absolutista generando otra postura con una visión del conocimiento matemático desde una visión falible, basada en el convencionalismo de Wittgenstein y en el cuasi-empiricismo de Lakatos.

El análisis específico del aprendizaje de conceptos matemáticos involucrados en la experiencia que se realiza en el contexto de BP, se apoya en el modelo teórico particular para el estudio de las relaciones dialécticas entre pensamiento, lenguaje matemático y situaciones-problema, basado en el triángulo epistemológico de Steinbring (1997), cuyos vértices representan el *concepto*, *signo/símbolo* y *objeto/contexto*.

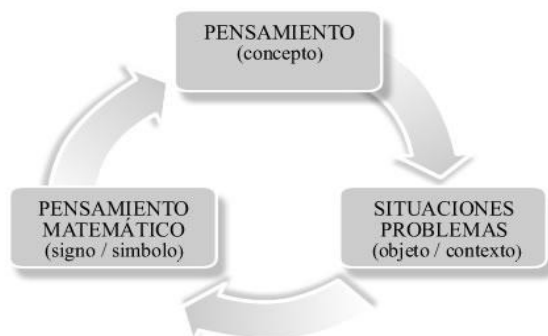


Figura 18. Relaciones dialécticas entre pensamiento, lenguaje matemático y situaciones-problema

Consiste en una esquematización de la relación entre los signos usados para codificar el conocimiento y los contextos que sirven para establecer el significado del mismo, entendiendo como contexto al conjunto de factores del mundo extra e intralingüístico que soporta y determina la actividad matemática, por consiguiente también la forma, la adecuación y el significado de los objetos puestos en juego. Se consideran tres entidades básicas: *extensionales*, *notacionales* e *intencionales*. Las primeras se ejemplifican en situaciones-problema, aplicaciones, tareas específicas, ejercicios; en los cuales se utilizan símbolos, expresiones, RGC y términos que constituyen la entidad *notacional*. Las *intensionales* o *generalizaciones* son las ideas matemáticas, abstracciones (conceptos, proposiciones, procedimientos, teorías). Las generalizaciones que se involucran en la resolución de un problema son el producto de las acciones realizadas o de la generalización de esquemas o invariantes de sistemas de acciones apoyadas por el uso de sistemas de signos. Las entidades *notacionales* son cadenas de números, letras, gráficos, diagramas o, incluso de objetos físicos, y no tienen sólo una valencia semiótica sino que también son instrumentos ostensivos para la actividad matemática (Godino y Recio, 1998, citado en Zúñiga, 2004).

Para las teorías pragmáticas el *significado* de las expresiones lingüísticas depende del contexto, es a partir del uso lingüístico que se debe inferir el significado de los objetos abstractos y no de la realidad empírica. Una palabra se hace significativa cuando realiza una función determinada en un juego lingüístico con un fin concreto, “el lenguaje puede formar parte de diversas formas de vida; hay tantos modos distintos de empleo del lenguaje, tantos juegos lingüísticos, como contextos situacionales y accionales” (Godino y Batanero, 1994, p.5). Desde el punto de vista epistemológico, esta teoría es más satisfactoria que la postura realista, ya que visualiza a los conceptos y proposiciones en forma dependiente de la lengua, colocando al pensamiento y la experiencia en función del lenguaje. El constructivismo social como filosofía de la matemática adopta estas teorías pragmáticas, considerando a los objetos matemáticos como “símbolos de unidades culturales, emergentes de un sistema de usos ligados a las actividades de resolución de problemas que realizan ciertos grupos de personas y que van evolucionando con el tiempo” (Godino y Batanero, 1994, p. 5). La Tabla 10 muestra las dos posturas filosóficas sobre el estudio del *significado*.

Tabla 10
Posturas filosóficas sobre el significado

	CORRIENTE REALISTA (postura absolutista)	CORRIENTE PRAGMATICA (postura constructivista social)
Significado	<ul style="list-style-type: none"> • Relación convencional entre signos independientemente de los signos lingüísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación dependiente del contexto, se vincula al uso lingüístico.
Origen del concepto	<ul style="list-style-type: none"> • Las nociones poseen una existencia real en algún dominio ideal. • El conocimiento matemático es resultado de las relaciones preexistentes que conectan los objetos, como sistemas de verdades seguras e inmutables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación entre el pensamiento y la función del lenguaje. • El origen del significado proviene del juego de lenguaje.

Para Hans Freudenthal (citado en Puig, 1994, p.8), la Matemática es una actividad humana a la que todos pueden acceder, y es la actividad misma y sus resultados la que se constituye en un objeto de enseñanza con alto valor formativo. Considera que los objetos matemáticos se construyen en la práctica matemática como medios de organización de fenómenos tanto del mundo real como del mundo matemático. El mundo que los objetos matemáticos organizan crece y se amplía al incorporar nuevos objetos, además la constitución de objetos mentales frente a la adquisición de conceptos se organiza en un objetivo de la acción educativa. Esta visión de la Matemática está determinada por una ampliación de campos semánticos y una creación de conceptos ligada a los sistemas matemáticos de signos.

¿A que se considera práctica matemática?, ¿Por qué nos interesan los sistemas de prácticas en matemática?, “una práctica matemática es toda actuación o expresión verbal, gráfica, corporal, etc., realizada por alguien para resolver problemas, comunicar sus resultados, validarlos o generalizarlos en otros contextos o situaciones” (Godino, Rivas y Castro, 2008, p.5). Ante un problema concreto, más que una práctica particular, interesa considerar los sistemas de prácticas en las que las personas se involucran ante tipos de situaciones problemáticas. Cuando se pregunta qué es un objeto matemático determinado, la respuesta es: un sistema de prácticas realizado por una persona (*significado personal*), o compartidas en el seno de una institución (*significado institucional*) para resolver un tipo de situación problemática presentada. Las instituciones son concebidas como *comunidades de prácticas* e incluyen las clases y niveles escolares, grupos étnicos, etc. Las prácticas matemáticas son realizadas por las personas, bien individualmente o de manera compartida en el seno de instituciones con el soporte y condicionamiento de un trasfondo ecológico de naturaleza material, biológica y sociocultural (Godino, Font y Wilhelmi, 2006, p.2).

Chevallard (2000) define al objeto matemático como un emergente de un sistema de prácticas donde son manipulados objetos materiales que se desglosan en diferentes registros semióticos:

- *registro de lo oral*: palabras o expresiones pronunciadas;
- *registro de lo gestual*: gestos, posturas, expresiones corporales;

- *registro de lo escrito*: dominio de la inscripción, lo que se escribe o dibuja (grafismos, formulismos, cálculos, etc.)

La pluralidad de sistemas semióticos permite una diversificación tal de las representaciones de un mismo objeto que aumenta las capacidades cognitivas de los sujetos y por tanto sus representaciones mentales. Para lograr el aprendizaje de un objeto matemático es importante abordarlo desde sus diferentes representaciones, sin embargo “la confusión entre el objeto y su representación provoca una pérdida en la comprensión: los conocimientos adquiridos se hacen inutilizables por fuera de su contexto de aprendizaje, sea por no recordarlos o por permanecer como representaciones inertes que no significan ninguna transformación productora” (Duval, 1999, p.14). Las representaciones semióticas constituyen el medio del cual dispone un individuo para exteriorizar sus representaciones mentales.

Los signos poseen *función*, sin embargo no todos los autores, en el marco de la semiótica otorgan idéntico significado a esa *función*. Para Hjelmslev (1943), consiste en la dependencia entre un texto y sus componentes y entre estos componentes entre sí, es decir de las relaciones de dependencia o función entre un antecedente o una expresión y un consecuente o contenido, establecidas por un sujeto o una institución de acuerdo con un criterio de correspondencia. Umberto Eco (1999), en cambio expresa que un signo está constituido por uno o más elementos de un plano de la expresión colocados convencionalmente en correlación con uno o más elementos de un plano del contenido, una función semiótica se realiza cuando dos funtivos (expresión y contenido) entran en correlación mutua. Los criterios de correspondencia pueden ser reglas o convenios que sirven como información para los sujetos que intervienen en el proceso. Las relaciones de dependencia pueden ser de dos tipos:

Representacional: cuando un objeto se coloca en el lugar de otro con un cierto propósito;

Instrumental: cuando un objeto utiliza a otro u otros como instrumento.

“De esta manera, las funciones semióticas y la ontología matemática asociada, tienen en cuenta la naturaleza esencialmente relacional de las matemáticas y generalizan de manera radical la noción de representación” (Godino, Rivas y Castro, 2008, p.7). Sin embargo, el desempeño de la representación no es exclusivo del lenguaje, los diversos objetos matemáticos pueden ser expresión o contenido de las funciones semióticas. Es decir, signos y función intervienen en el análisis del significado de las prácticas y del modelo mental que acompaña a estas prácticas. A partir del uso de las funciones semióticas se produce un refinamiento del análisis del significado en términos de prácticas, por lo que las funciones semióticas se convierten en un instrumento relacional que permite y facilita el estudio de la manipulación de ostensivos matemáticos y del pensamiento que la acompaña.

Los objetos materiales ligados a las prácticas, constituyen un *praxema* (Chevallard, 2000). El sistema que constituyen estos praxemas, permite que emerja el objeto matemático. De aquí se desprende que el *significado* del objeto no es en sí mismo, sino como consecuencia de la relación del objeto, con lo cual cobra protagonismo la actividad cognoscente del sujeto. Chevallard (2000) propone una aproximación antropológica, en la cual resalta el papel de las personas, los objetos y las instituciones en el proceso y en los sistemas didácticos. El *contrato institucional* es el conjunto de las

parejas de objetos y relaciones entre estos objetos y la institución. El cambio que se pueda operar en esta relación es lo que se denomina *aprendizaje*. Este cambio puede ser afectado por las relaciones de la institución con el objeto y por el contrato institucional. La instrucción didáctica se da, entonces, en el seno de *sistemas didácticos* que son determinadas por el contrato institucional.

Por lo tanto, un objeto existe desde el momento en el que una persona o una institución reconocen este objeto como existente. Esto se basa en su teoría del conocimiento, su antropología cognitiva en la que sitúa a la Didáctica de la Matemática. “Esta posición ha marcado un viraje interesante al interior de los marcos teóricos en los que se sitúa toda investigación en Didáctica de las Matemáticas, tanto más si se subrayan los sucesivos estudios llevados a cabo por otros autores, para clarificar y volver operativas las nociones de Chevallard, creando instrumentos conceptuales adecuados y paragonándolos a aquellos puestos en campo por otras posiciones al respecto” (D’Amore, 2001, p.15). Los trabajos de Godino y Batanero (1994) definen todas estas nociones de manera rigurosa con claridad terminológica y ejemplos adecuados. Para estos autores es necesario clarificar los tópicos introducidos por Chevallard, analizando semejanzas, relaciones y diferencias con las nociones de prácticas, concepción y significado.

A partir de todo lo expuesto, el *enfoque ontosemiótico* sostenido por Godino y Batanero (1994), para el conocimiento matemático, teniendo en cuenta las nociones de significación y representación, elaborando una ontología matemática explícita sobre presupuestos antropológicos, semióticos y socioculturales, es plausible. Con este enfoque se asume una cierta relatividad socioepistémica para la cognición matemática, ya que consideran que el conocimiento está ligado a actividades en las cuales el sujeto se implica y es dependiente de la institución cultural y social en la que se desarrolla. En la constitución de los objetos matemáticos, consideran que el lenguaje posee un papel esencial, en su doble valencia representacional e instrumental.

Cuando describimos el lenguaje escrito en textos matemáticos, observamos dos clases o subconjuntos de signos: *signos artificiales* propios de la ciencia y, *signos de la lengua natural*, cuya función es ser un instrumento práctico que permite indicar de qué manera se deben manejar los elementos del lenguaje artificial. Estos signos o caracteres gráficos son como las palabras de un idioma y deben ser conocidas con el fin de poder interpretar lo que se quiere comunicar con ellas. Cada uno de ellos se hace necesario para la perfecta construcción de ideas, de modo que la sustitución de alguno por otro, aunque sea parecido, cambiaría totalmente el significado. *Definición, Teorema, Proposición, Lema, Demostración, Corolario*, etc., son palabras que se utilizan en la presentación de los contenidos matemáticos, de manera que cada una de ellas predice su contenido. Todo enunciado o afirmación matemática debe ser presentado por uno de estos epígrafes, permitiendo así una clara organización y estructuración para esta ciencia. “Esa separación en dos subconjuntos se torna radical cuando se concibe que las verdaderas matemáticas son las escritas en un lenguaje totalmente formalizado y el lenguaje usual aparece como un sustituto torpe y grosero de éste. Pero está presente también en descripciones hechas desde presupuestos filosóficos contrarios al formalismo” (Puig, 1994, p.6-7).

La postura posestructuralista de Brian Rotman (1996), distingue dos modelos semióticos de la actividad matemática: el *Código* y el *metaCódigo*. El *Código* es “el sistema unificado de todas las reglas, convenciones, protocolos y artefactos lingüísticos asociados que sancionan lo que ha de ser entendido por la comunidad matemática como uso correcto y aceptable de los signos; el *metaCódigo* es una colección de instrumentos discursivos y semióticos heterogénea y divergente que dan cuenta de la masa de actividades de significación y comunicación que en la práctica acompañan el primer modo (formal y riguroso) de presentar las matemáticas” (Puig, 1994, p.19). Se consideran los *ideogramas* concebidos formalmente, como por ejemplo: 1, 2, +, =, cosx, lnz, etc., que son signos en su manifestación codificada y, los *diagramas* matemáticos, que corresponden a las figuras geométricas, diagramas, gráficos, etc. Estos últimos constituyen el campo del metacódigo del discurso informal o metafórico. Siguiendo esta teoría se propone una tipología de los signos matemáticos artificiales, la cuál es una simple dicotomía entre diagramas y signos propiamente matemáticos, entendidos como ideogramas, caracteres escritos que transmiten un contenido conceptual.

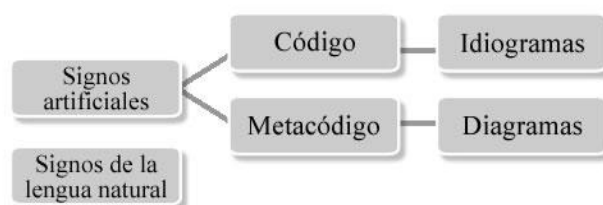


Figura 19. Tipología de los signos matemáticos artificiales según Rotman (1996)

Puig (1994, p.7) se adhiere a la clasificación de los signos matemáticos *artificiales* propuesta por De Lorenzo (1989), la cual es más específica y prolija que la propuesta por Rotman. Para De Lorenzo los signos artificiales pueden clasificarse en:

- **Signo estrictamente artificial:** como $\exists, \notin, \forall, \cap$, etc., que carecen de referente en el lenguaje natural;
- **Signo gráfico único:** como todas las letras de diversos alfabetos: α, λ , e, &, A, con las que se designa convencionalmente diversos objetos matemáticos;
- **Signo compuesto por varias letras:** como dx, lny, senz, que provienen de abreviaturas de palabras con las que se designan términos técnicos;
- **Término:** como grupo, anillo, cuerpo, matriz, que existen en el lenguaje natural, pero que se usan en los textos matemáticos con un significado ajeno a su campo semántico en el lenguaje natural;
- **Figura:** como las figuras geométricas, diagramas de Euler-Venn, etc.,
- **Signo artificial:** como 0, 1, %, cuyo uso no es exclusivo de los textos matemáticos.

Una semiótica de la Matemática debe centrarse en el estudio de los sistemas de significación y los procesos de producción de sentido abrevando en la Semiótica de la significación de Roland Barthes según Puig (1994), y no sólo en el estudio de los signos. Esa diferencia entre un signo artificial, el propiamente matemático, deja de ser crucial para dar lugar al sistema de signos considerado globalmente. Es decir calificar de matemático no sólo a un tipo de signos, sino determinados sistemas de signos, se

refiere a un *sistema matemático de signos*. “Sólo en el interior de tales sistemas matemáticos habrá que estudiar el modo particular de combinación en que se presentan signos cuya materia de la expresión es heterogénea” (Puig, 1994, p.8). Para este autor, considerar esta noción de sistemas matemáticos de signos es necesario para que sirvan como herramienta de análisis de los textos producidos por los alumnos cuando se les enseña matemática y de los textos matemáticos históricos. A las producciones de los alumnos las concibe como resultado de procesos de producción de sentido, en cambio a los textos históricos los considera como procesos de cognición propios de una episteme. Tiene sentido hablar de sistema matemático de signos, cuando existe la posibilidad convencionalizada socialmente de generar funciones sígnicas mediante el uso de un *functor* de signos, inclusive cuando estas correlaciones funcionales se establecen en una situación de enseñanza con la intención de que sean efímeras. Se advierte una vinculación (Tabla 11) entre las distintas teorías de la Semiótica General de Umberto Eco y los diferentes objetos que se utilizan en el lenguaje matemático.

Tabla 11
Correspondencia entre la Semiótica General y el lenguaje matemático

Semiótica General	Objetos	Clasificación	Objetos del lenguaje matemático
Teoría de la producción de signos	Signos	Semiótica de la comunicación y producción de textos	Sistemas de signos
Teoría de los códigos	Códigos	Semiótica de la significación	Reglas de uso de los sistemas de signos
Teoría de la interpretación	Textos	Semiótica de la interpretación	Textos matemáticos
Teoría de la intención	Esquemas cognitivos	Semiótica cognitiva	Esquemas cognitivos

Además hay que considerar no sólo a los sistemas de signos o los estratos de sistemas de signos que los alumnos producen con el fin de dar sentido a lo que se les presenta en la situación de enseñanza, aunque se siga un sistema de correspondencia que no ha sido establecido socialmente, sino que es intrínseco (Puig, 1994).

El aprendizaje matemático se concibe como el resultado de los patrones de interacción entre los distintos componentes de las trayectorias didácticas (Godino, Rivas y Castro, 2008, p.4). Ahora bien, para estos autores, la caracterización del texto matemático no va a estar en la mera utilización del signo artificial, sino en el modo de emplearlo y en el modo por el cual se le da un referente o contenido semántico posterior, de lo cual implica el interés que pueda tener la elaboración de una tipología de los modos de uso o de asignación de referente de los signos artificiales en los textos matemáticos a lo largo de la historia y la determinación de lo que se denomina *estilos matemáticos*.

2.7 Modelos de análisis de libros de texto usados en otras investigaciones

Los libros de textos escolares constituyen una de las bases fundamentales sobre las cuales se sustenta la acción educativa. El saber didáctico que progresivamente va produciendo la investigación en educación queda reflejado en diversas fuentes como revistas, monografías, etc.; pero de forma más accesible se visualiza en los libros de textos escolares, cuyos destinatarios son docentes y alumnos. El libro escolar resulta ser un dispositivo privilegiado en los procesos de selección y traducción de los saberes que serán enseñados. Es un material escrito que vuelca en su interior contenidos, ilustraciones e informaciones seleccionadas intencionalmente, e incorpora explícita o implícitamente propuestas metodológicas para el aprendizaje de acuerdo al nivel y políticas educativas de destino y a los diseños curriculares.

Antes de su aparición en el siglo XIX, la relación libro-educación era considerada casi una ficción. La historia del libro de texto parece seguir un movimiento paralelo y dependiente del sistema educativo que lo contiene, el cuál le otorga su designio. Existen numerosos trabajos de investigación que consideran al libro de texto como su objeto de estudio, por ejemplo: en investigaciones históricas, de educación comparada, de exámenes sociológicos, antropológicos, lingüísticos, epistemológicos, pedagógicos, etc., pero a pesar de esta gran cantidad de trabajos no existe una teoría científicamente comprobada sobre los mismos. Ian Westbury (citado en Fernández Reiris, 2004, p.3), “juzga que el uso del libro de texto, en términos holísticos, es un componente escurridizo de la enseñanza desde el punto de vista de la teoría educativa convencional”. Las fuertes identidades disciplinares de los sistemas escolares circunscribieron seriamente la forma en que la investigación educativa ha definido sus problemas, de esta manera la mayor cantidad de indagaciones se han encarado por eruditos de distintas disciplinas más que por pedagogos, lo cuál continúa siendo una dimensión pendiente a resolver. En algunos ámbitos se menosprecian los libros de textos en base a polémicas y debates sobre su calidad pedagógica, sus mensajes ideológicos o la supervisión estatal sobre ellos, pero en otros contextos se los considera como los únicos libros obligatorios de la sociedad (Fernández Reiris, 2004, p.2). Este mandato es observado en los principios que prescriben los organismos internacionales de financiamiento para las reformas educativas de varios países, en los cuales figuran como documentos prioritarios que acompañan la transformación de los sistemas educativos.

Desde diversas líneas de estudio, puede realizarse el análisis de libros de textos con perspectivas muy variadas, por ejemplo las que realizan un análisis intratextual e intertextual (Padrón, 1996); las que se interesan por analizar un texto desde los principios de la pragmática y la retórica considerándolo como una unidad comunicativa y estudiando su estructura lógica y semántica (Bosch,1997); o las que realizan un análisis semiótico del texto literario (Abderrahmane Belaichi, 2008); o con un enfoque semiótico-antropológico (Godino, 2002). Otras posturas exponen un instrumento para el análisis de textos matemáticos españoles publicados a lo largo del siglo XX (González Astudillo et al., 2004), como la evolución histórica del concepto de límite funcional en los libros de texto de bachillerato y curso de orientación universitaria (Sierra, González y López, 1999); otras se dedican al análisis de la valoración de textos escolares

estructurados en una serie de organizadores que se evalúan a través de múltiples indicadores (Monterrubio y Ortega, 2011; Ruesga Ramos, Valls García y Rodríguez Armino, 2006) ; o aplican el análisis secuencial en el estudio de la secuencia didáctica de los textos escritos y del papel que juegan las ilustraciones en libros de Física y Química de educación secundaria (Jiménez Valladares y Perales, 2002), como también una categorización de las ilustraciones presentes en libros de texto de tecnología (Díaz y Pandiella, 2007).

En particular para textos escolares de Ciencias Naturales y universitarios de Biología existen pocos autores dedicados a su análisis; de los encontrados se puede mencionar el trabajo de Bar (2001) quien propone identificar la recurrencia de la abducción como inferencia ligada al descubrimiento en textos de Biología destinados a estudiantes universitarios. Para textos escolares de esta disciplina, González García y Tamayo Hurtado (2000) analizan la influencia de los libros de texto en los errores conceptuales de los alumnos, que pueden vincularse a la secuenciación de los contenidos, al lenguaje, a las representaciones gráficas o a sus propias concepciones erróneas; Mares, Rivas et al., (2006) presentan una propuesta para analizar las dimensiones vinculadas a la comprensión lectora y transferencia del aprendizaje en libros de Ciencias Naturales de educación primaria; Solarte (2009) propone un análisis de textos escolares de Ciencias Naturales aplicando la teoría de la transposición didáctica; Gallegos y Flores (2003) realizan cuatro estudios sobre libros de Física y Biología; Kesidou (2001) relaciona los textos de Biología con los planes y programas de estudio; Schiefelbein y Farrés (1991) como también Staver y Bay (1989) tienen en cuenta si los textos propician el desarrollo de las capacidades intelectuales y lingüísticas; Barrow (2000) junto a Gallegos y Flores (2003) analizan si existen correspondencias entre los contenidos conceptuales presentes en los textos y los sistemas conceptuales de la disciplina. En su tesis doctoral, Calderero Hernández (2003) presenta el método de grafos textuales para la interpretación de textos de Ciencias de la Naturaleza utilizados en la enseñanza secundaria y, desde una perspectiva sistémico-funcional, Chamorro y Barletta (2008) proponen el análisis del discurso de textos escolares de Ciencias Naturales.

Estos autores coinciden en mostrar la importancia de promover la participación activa del alumno, dejando espacios para la reflexión; considerando que el texto no debe ser un instrumento cerrado que explicita todo, sino que permita distintos ritmos de aprendizaje y propicie las relaciones entre los contenidos. Además estos modelos de valoración con diferentes orientaciones y distintos puntos de vista pueden atender a una metodología cualitativa, cuantitativa o cuanti-cualitativa.

En investigaciones realizadas para identificar diferentes modos de uso de los medios didácticos se caracterizaron a los docentes en dos grandes grupos, aquellos que dependen extremadamente de los libros de textos y aquellos que presentan una autonomía respecto de los mismos, pero con múltiples facetas determinadas por sus enfoques pedagógicos, por contextos socio institucionales y por la pertenencia social de los estudiantes. A la vez, el uso de los libros varía según el tipo de materias que se enseñan y el nivel evolutivo de los alumnos. Desde el punto de vista docente, los libros de texto actúan como un mapa de navegación que reduce la incertidumbre y complejidad de la enseñanza. Asimismo, Elliott Eisner (citado en Fernández Reiris, 2004, p.11) concluye que los libros de textos aportarían un *código de seguridad* que les

marca con claridad, tanto a los estudiantes como a sus padres, la dirección y los alcances de lo que se espera de ellos. Desde un enfoque macrosocial, en función de las políticas culturales y educativas se considera al libro de texto como un “elemento del modelo de control remoto de la calidad de la enseñanza” (Doyle, 1990, p. 349, citado en Fernández Reiris, 2004, p. 11), pero desde la visión del docente agobiado se concibe como un objeto que atenúa su ansiedad provocada por la realidad de las aulas y lo abriga de las exigencias contrapuestas que la sociedad impone sobre su trabajo.

2.8 Modelo ontosemiótico para el análisis de libros de textos

Para realizar el análisis a los libros de texto de Ciencias Naturales y de Biología se propone utilizar un modelo denominado ontosemiótico, el cual consiste en abordar los diferentes aspectos considerados como tres planos que se van profundizando en el análisis de los mismos; es decir, considerar como variables para analizar a la *pertinencia* referida al lenguaje, a la *adecuación* con relación a sus imágenes y a la *idoneidad* que hace referencia a las distintas dimensiones de los mismos. A continuación se describen cada uno de estos tres aspectos, sus dimensiones e indicadores respectivos.

2.8.1 Pertinencia

Como se ha referido, este aspecto está relacionado con el lenguaje que se utiliza en los libros de texto, se refiere a la pertinencia semiótica del texto. Recordemos que la Semiótica se ocupa de la comunicación y la cultura a través del estudio cuidadoso no sólo de la estructura de las formas que se generan con el ejercicio de los lenguajes, sino de la relación que existe entre un emisor que deposita los significados en un texto y un receptor que los retoma y amplía. Desde este enfoque se analiza el lenguaje natural y simbólico que presentan los libros de texto, la clasificación de los signos artificiales y las distintas representaciones gráficas. Corresponde al primer aspecto o variable de análisis propuesto y para determinar la pertinencia semiótica de los libros de texto se tendrán en cuenta cuatro dimensiones: signos naturales y artificiales, clasificación de los signos artificiales, representaciones gráficas, y clasificación de los diagramas y gráficas cartesianas. En la Tabla 12 se presentan estas dimensiones junto a sus respectivos indicadores:

Tabla 12
Dimensiones e indicadores para el análisis de la pertinencia

Dimensiones	Indicadores
Signos naturales y artificiales	- Signos naturales - Signos artificiales
Clasificación de los signos artificiales	- Signo estrictamente artificial - Signo gráfico único - Signo compuesto por varias letras - Término - Figura - Signo artificial
Representaciones gráficas	- Diagramas - Gráficas - Mapas - Ilustraciones
Diagramas y gráficas cartesianas	- Diagramas de líneas - Diagramas de líneas comparativas - Diagramas de intersección de regiones - Diagramas de líneas y barras - Diagramas de puntos - Diagramas de puntos y líneas - Diagramas de líneas y figuras

2.8.2 Adecuación

La adecuación corresponde al segundo plano de análisis y se refiere a la propiedad textual basada en el cumplimiento de las normas relacionadas con el tema y la situación que afecta a la constitución de un texto. Perales y Jiménez (2002) presentan bases teóricas para evaluar la adecuación de las ilustraciones en los libros de textos de ciencias y luego proponen una taxonomía y una metodología para su análisis. Estos autores afirman que las ilustraciones son muy importantes en los libros de textos porque benefician la comprensión de su contenido, considerándolo como uno de los pilares básicos sobre el cuál se sustenta la acción educativa. Conviene aclarar que una imagen es la representación de seres, objetos o fenómenos y que puede ser de carácter gráfico o mental, en cambio una ilustración es una imagen más específica de carácter exclusivamente gráfico y que acompaña a los textos escritos con la intención de complementar la información que suministra.

Estos autores definen seis dimensiones: *función de la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración* (para que se emplean las imágenes, en que pasajes del texto se sitúan), *iconicidad* (que grado de complejidad poseen las imágenes), *funcionalidad* (que se puede hacer con las imágenes), *relación con el texto principal* (referencias mutuas entre texto e imagen), *etiquetas verbales* (textos incluidos dentro de las ilustraciones) y *contenido científico que las sustenta* (caracterización desde el punto de vista mecánico de las situaciones representadas en las imágenes.). En este estudio solamente se trabaja con las dimensiones de *iconicidad*, *funcionalidad* y *etiquetas verbales*, ya que nos informan sobre el grado de complejidad que poseen las imágenes, de la valoración sobre

la mayor o menor funcionalidad de estas herramientas expresivas y de los distintos tipos de textos incluidos en las mismas.

➤ **Iconicidad**

Se denomina *iconicidad* al grado en que una imagen se asemeja al objeto del mundo real representado por ella (Feschotte y Moles, 1991, citado en Perales y Jiménez, 2002, p.372). Se refiere al grado de referencialidad de una imagen. Es decir, la relación de apariencias entre la propia imagen y su referente. Este concepto expresa las categorías y niveles de relación de una imagen con la imagen de un objeto real. Una de las características fundamentales de todo lenguaje es su grado de isomorfismo en relación a las características de los referentes, y dicho grado varía a lo largo de una amplia escala. Abraham Moles (1991) ha intentado mostrar como se traduce esta escala de isomorfismo en el campo de la expresión icónica, construyendo una escala de iconicidad decreciente. Esta escala une dos extremos: el nivel de iconicidad máxima (12), para el referente físico mismo, y el nivel de iconicidad mínimo (0) que corresponde al lenguaje verbal.

Las imágenes promueven modelos mentales, pero un modelo mental no es una simple copia mental de las imágenes. Para que una imagen pueda ayudar a mejorar la comprensión de textos se deben cumplir las siguientes condiciones (Perales y Jiménez, 2002, p.372):

- a) Que los textos contengan pasajes en los que se describen en términos causales las relaciones entre las partes que constituyen un todo;
- b) Que los lectores no posean conocimientos específicos sobre el tema, en caso contrario, la preexistencia de un modelo mental adecuado hace superfluas las imágenes;
- c) Que el texto sea lo suficientemente complejo para que la construcción del modelo mental del mismo requiera esfuerzo y ayuda.

Perales y Jiménez (2002) distinguen las siguientes categorías para la iconicidad:

- Fotografía
- Dibujo figurativo: prima la representación orgánica, mostrando los objetos mediante la imitación de la realidad.
- Dibujo figurativo + signos: representan acciones o magnitudes inobservables en un espacio de representación heterogéneo.
- Dibujo figurativo + signos normalizados: es una variante de la anterior, incluye aquellas ilustraciones en las que se representa figurativamente una situación y a su lado se representan algunos aspectos relevantes mediante signos normalizados.
- Dibujo esquemático: prima la representación de las relaciones prescindiendo de los detalles.
- Dibujo esquemático + signos: representan acciones o magnitudes inobservables.
- Descripción en signos normalizados: constituye un espacio de representación homogéneo y simbólico que posee reglas sintácticas específicas.

➤ **Funcionalidad de las ilustraciones**

Es la dimensión que se refiere a la utilización consciente e inconsciente de las imágenes como expresión de ideas. En los libros de texto se hace uso de diversos medios de expresión, como esquemas, croquis, representaciones de conceptos mediante símbolos, etc. Para leer las imágenes se requiere de una alfabetización gráfica, y la valoración de la mayor o menor funcionalidad de estas herramientas expresivas se hace a veces muy difícil. En este sentido se han definido tres categorías para esta variable:

- Inoperantes (no aportan ningún elemento utilizable, solo cabe observarlas)
- Operativas elementales (contienen elementos de representación universales; croquis, cotas, etc.)
- Sintácticas (contienen elementos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas: vectores, circuitos eléctricos, etc.)

➤ **Etiquetas verbales**

A los textos que acompañan a las ilustraciones se los denomina *etiquetas verbales*, con ellas se logra categorizar a las ilustraciones en autosuficientes o dependientes del texto no ilustrado. En investigaciones realizadas (Perales y Jiménez, 2002) se menciona que los textos explicativos favorecen la comprensión y el aprendizaje del contenido informativo de una ilustración mediante un efecto conjunto. Para esta dimensión se consideran las siguientes categorías:

- Sin etiquetas (la ilustración no contiene ningún texto)
- Nominativas (letras o palabras que identifican algunos elementos de la ilustración)
- Relacionales (textos que describen las relaciones entre los elementos de la ilustración)

La Tabla 13 presenta las tres dimensiones que se analizan en la adecuación con sus respectivos indicadores:

Tabla 13
Dimensiones e indicadores para el análisis de la adecuación

Dimensiones	Indicadores
Iconicidad	<ul style="list-style-type: none"> - Fotografía - Dibujo figurativo - Dibujo figurativo+signos - Figurativa+signos normalizados - Dibujo esquemático - Dibujo esquemático+signos - Descripción en signos normalizados
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> - Inoperantes - Operativas elementales - Sintácticas
Etiquetas verbales	<ul style="list-style-type: none"> - Sin etiquetas - Nominativas - Relacionales

2.8.3 Idoneidad

La idoneidad corresponde al tercer plano de análisis y para realizarlo se utilizan las investigaciones del análisis ontológico-semiótico de un texto, propuesto por Godino y Font (2002), quienes proponen formular hipótesis sobre aquellos puntos críticos de la interacción entre los agentes en los cuales pueden existir vacíos de significación o disparidad de interpretaciones, es decir, sirve para detectar conflictos semióticos. Se consideran seis dimensiones para analizar a la idoneidad: dimensión *epistémica*, *cognitiva*, *semiótica*, *mediacional*, *emocional* y *ecológica*. Se refiere a la articulación coherente y eficaz de las dimensiones implicadas en los procesos de estudio matemático, es decir en los procesos de enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos específicos, organizados en el seno de sistemas didácticos. Este enfoque sirve para valorar la idoneidad de un texto en donde figuran objetos matemáticos, por lo tanto en donde se utilice lenguaje matemático. Consiste en la indagación sistemática de los significados puestos en juego a partir de la transcripción del proceso y de cada una de las partes en que se puede descomponer un texto. Godino y Font (2006) exponen que la *idoneidad mediacional* se refiere al grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. La *emocional* es el grado de implicación (interés, motivación,...) del alumnado en el proceso de estudio y está relacionada tanto con factores que dependen de la institución como de aquellos que dependen básicamente del alumno y de su historia escolar previa. Por ejemplo, tendrán idoneidad emocional alta los procesos basados en el uso de situaciones-problemas que sean de interés para los estudiantes. En cambio la *idoneidad ecológica* considera el grado de adaptación del proceso de estudio al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, las condiciones del entorno social, limitaciones económicas, etc.

Se denomina *análisis a priori* cuando esta técnica se aplica a un texto que utiliza lenguaje matemático, detectando los denominados conflictos semióticos potenciales y, *análisis a posteriori* cuando el texto corresponde al protocolo de respuestas de los alumnos en interacciones efectivas. El *análisis a priori* permite detectar los posibles conflictos que produce un libro de texto, en cambio el *análisis a posteriori* permite determinar los conflictos realmente producidos y contrastarlos con los detectados a priori. Para abordar este tercer aspecto en el análisis de los textos propuestos, se consideran solamente las idoneidades *epistémica*, *semiótica* y *ecológica* (Tabla 14), las demás idoneidades se refieren al análisis *a posteriori* que podrán ser investigadas en una etapa próxima.

Tabla 14
Idoneidad- caracterización

Idoneidad	Expresión	Referencia
Epistémica	Grado de representatividad	<i>Significados institucionales implementados en relación a un significado de referencia</i>
Ecológica	Grado de adaptatividad	<i>Significados implementados en relación a la adaptación del proceso de estudio</i>
Semiótica (interaccional)	Grado de conflictividad	<i>Conflicto semiótico potencial (hipótesis de diseño didáctico) Conflicto semiótico producido (resolución en la interacción didáctica)</i>

- ***Idoneidad epistémica***

La idoneidad epistémica se refiere al grado de representatividad de los significados institucionales implementados o pretendidos, respecto de un significado de referencia. (Font et al., 2008). El significado de referencia es un constructo a veces difícil de delimitar porque está implícito en todo el proceso y es el resultado de diversos componentes: del significado del objeto en la institución, de la evolución epistémica de dicho objeto, de las orientaciones curriculares, de los diferentes libros de textos, de los significados conceptuales y didácticos personales del docente, etc. Por lo tanto en una investigación se adoptan criterios que delimitan el sistema de prácticas que definen el significado de referencia adecuado a la situación analizada. Es decir, para valorar la idoneidad epistémica de un proceso de instrucción realizado (*significado implementado*) o de un proceso planificado en un libro de texto (*significado pretendido*) es necesario establecer primero el significado de referencia que sirva de comparación. “La noción de juego de lenguaje (Wittgenstein, 1988) ocupa un lugar importante, al considerarla, junto con la noción de institución, como los elementos contextuales que relativizan los significados de los objetos matemáticos y atribuyen a éstos una naturaleza funcional” (D’Amore, 2006, p. 4). “La necesidad de significado, culturalmente matizada, pero universal, y la necesidad de comprendernos a nosotros mismos y al mundo que nos rodea, es ampliamente reconocida como la fuerza básica tras nuestras actividades intelectuales” (Sfard, 1998, p.5, citado en Godino, Font y Wilhelmi, 2006, p. 3).

Para valorar la idoneidad epistémica, se consideran los siguientes objetos o indicadores: lenguaje, situaciones, procedimientos, definiciones, proposiciones y argumentos, los mismos conforman las configuraciones epistémicas, que permiten el análisis de la anatomía de un texto que utiliza lenguaje matemático. El lenguaje expresa y soporta los conceptos, acciones y propiedades con los que se resuelven las situaciones, que a su vez motivan a las anteriores justificadas por los argumentos y recíprocamente los conceptos, propiedades y acciones regulan o sistematizan el uso del lenguaje.



Figura 20. Configuraciones epistémicas

Se detallan en la Tabla 15 cada uno de estos indicadores y sus respectivos descriptores.

Tabla 15
Indicadores y descriptores de la idoneidad epistémica

Indicadores	Descriptores
Lenguaje	- Uso de diferentes modos de expresión (verbal, gráfico, simbólico...), traducciones y conversiones entre los mismos.
Situaciones	- Selección de una muestra representativa y articulada de situaciones de ejercitación y aplicación. - Propuesta de situaciones de generación de problemas y experiencias en el laboratorio.
Acciones	- Uso de operaciones, algoritmos, diferentes técnicas de cálculo y procedimientos.
Conceptos	- Definiciones claras y correctamente enunciadas. - Presentación de los enunciados fundamentales del tema según el significado de referencia y el nivel educativo.
Propiedades	- Propiedades y proposiciones claras y correctamente enunciadas, adaptados al nivel educativo al que se dirigen.
Argumentos	- Adecuación de las explicaciones, comprobaciones, demostraciones al nivel educativo al que se dirigen.

- ***Idoneidad semiótica***

La idoneidad semiótica o interaccional se refiere al grado en que las trayectorias o configuraciones didácticas permiten identificar posibles conflictos semióticos, los cuales pueden ser detectados potencialmente a priori, que son denominados conflictos *potenciales*; o los detectados durante el proceso de instrucción mediante la negociación de significados que corresponden a los conflictos *efectivos* y *residuales*. En este trabajo sólo se consideran los conflictos que pueden presentarse en el análisis de los textos, es decir los conflictos semióticos denominados *potenciales*, con respecto al lenguaje, a las imágenes y a la idoneidad del texto en cuestión.

- ***Idoneidad ecológica***

Este tipo de idoneidad describe el grado de adaptación curricular del proceso de estudio, a las condiciones del entorno social-profesional, a la apertura hacia la innovación, a las

limitaciones económicas, a las directrices en política educativa, etc., en que se implementa. Se consideran también, en este caso, las relaciones que se establecen con otros contenidos definidos dentro de la BP, como en el interior de la propia Biología, y con aquellas disciplinas afines a los mencionados contenidos. Para la valoración de la idoneidad ecológica, se consideran los siguientes indicadores: adaptación al currículo y conexiones intra e interdisciplinares.

En la Tabla 16 se especifican las dimensiones e indicadores respectivos, para el análisis de la idoneidad.

Tabla 16
Dimensiones e indicadores para el análisis de la idoneidad

Dimensiones	Indicadores
Idoneidad epistémica	- Lenguaje
	- Situaciones
	- Procedimientos
	- Definiciones
	- Proposiciones
	- Argumentos
Idoneidad semiótica	- Conflictos potenciales con respecto al lenguaje
	- Conflictos potenciales con respecto a las imágenes
	- Conflictos potenciales con respecto a la idoneidad
Idoneidad ecológica	- Adaptación al currículo
	- Conexiones intra e interdisciplinares

Lo expresado anteriormente podrá visualizarse, aunque no de modo profundo ni general en la producción de un libro de texto, en este caso es necesario atender a la textura que el autor construye al seleccionar las palabras, los íconos y las relaciones recíprocas que éstos pueden establecer y la invitación al diálogo por parte del potencial lector. La idoneidad de una de las dimensiones no garantiza la idoneidad global del proceso de enseñanza-aprendizaje, es por esto que deben ser integradas y entonces hablamos de *idoneidad didáctica* como criterio sistémico de adecuación y pertinencia respecto del proyecto educativo global (Godino, Font y Wilhelmi, 2006). Para poder valorar la idoneidad epistémica de un proceso de instrucción realmente implementado, o bien de un proceso de instrucción planificado en un libro de texto, es necesario establecer un *significado de referencia* que sirva de comparación. Este significado de referencia en el enfoque ontosemiótico se interpreta en términos de sistemas para la resolución de situaciones - problemas (Godino, Font y Wilhelmi, 2006, p.5).

Los criterios seleccionados referidos a la idoneidad serán altamente significativos e instrumentales para la indagación de los significados puestos en juego a la hora de la presentación de las nociones biológicas y de cada una de las partes en las que se pueden descomponer para un interpretante potencial. Investigar las producciones literarias soportes de la ciencia escolar y de formación del profesorado en el dominio de las Ciencias Biológicas específicamente en los capítulos, bloques o apartados que refieren a la BP, se puede resolver mediante este *modelo ontosemiótico*, el cual se construye sobre tres variables: *pertinencia, adecuación e idoneidad*, con la finalidad de detectar los posibles conflictos semióticos.

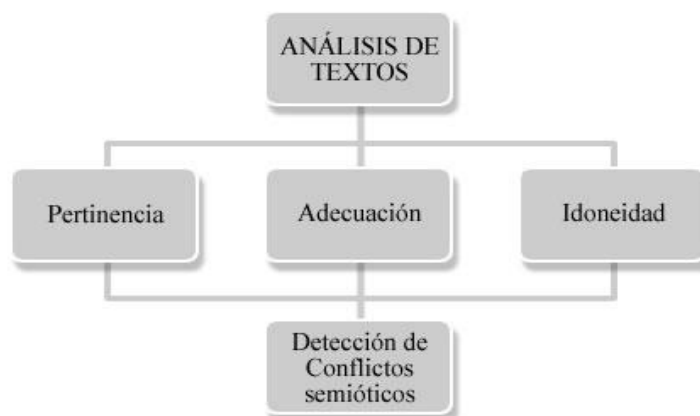


Figura 21. Modelo ontosemiótico de análisis de textos

La Tabla 17 describe cada variable analizada, junto a sus respectivas dimensiones e indicadores, las cuales fueron utilizadas en el análisis ontosemiótico realizado a los libros de texto de Biología de nivel secundario y de profesorado, en los capítulos referidos a BP, el cual se describe en el capítulo 4.

Tabla 17
Variables, dimensiones e indicadores para el análisis ontosemiótico

Variables	Dimensiones	Indicadores
PERTINENCIA	Signos naturales y artificiales	- Signos naturales - Signos artificiales
	Clasificación de los signos artificiales	- Signo estrictamente artificial - Signo gráfico único - Signo compuesto por varias letras - Término - Figura - Signo artificial
	Representaciones gráficas	- Diagramas - Gráficas - Mapas - Ilustraciones
	Diagramas y gráficas cartesianas	- Diagramas de líneas - Diagramas de líneas comparativas - Diagramas de intersección de regiones - Diagramas de líneas y barras - Diagramas de puntos - Diagramas de puntos y líneas - Diagramas de líneas y figuras
ADECUACION	Iconicidad	- Fotografía - Dibujo figurativo - Dibujo figurativo+signos - Figurativa/signos normalizados - Dibujo esquemático - Dibujo esquemático+signos - Descripción en signos normalizados
	Funcionalidad	- Inoperantes - Operativas elementales - Sintácticas
	Etiquetas verbales	- Sin etiquetas

		- Nominativas
		- Relacionales
		- Lenguaje
		- Situaciones
	Idoneidad epistémica	- Procedimientos
		- Definiciones
		- Propositiones
		- Argumentos
IDONEIDAD		
	Idoneidad semiótica	- Conflictos potenciales con respecto al lenguaje
		- Conflictos potenciales con respecto a las imágenes
		- Conflictos potenciales con respecto a la idoneidad
		- Adaptación al currículo
	Idoneidad ecológica	- Conexiones intra e interdisciplinarias

Capítulo 3

Resultados del análisis
de libros de texto de Biología

Ver el mundo en un grano de arena y un paraíso en una flor silvestre,
tener el infinito en la palma de la mano y la eternidad en una hora.
William Blake

3.1 Introducción

Preguntar sobre las dificultades que surgen en los alumnos de Educación Secundaria en sus interacciones con las RGC implica encontrar los instrumentos de análisis de las mismas, con indicadores específicos que permitan un análisis lo más objetivo posible.

Este trabajo de investigación está inserto en el área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, por lo cual, se considera meta fundamental otorgar recursos, fundamentos y aportes a los Docentes de Biología para que les permita mejorar el proceso de enseñanza de conceptos específicos de BP que involucren el uso de RGC.

Se tiene en cuenta además, que en las propuestas curriculares se demanda la importancia de las RGC desde una visión didáctica como una herramienta en el trabajo de aula y en la vida diaria como formas de comunicación científica, además de su uso masivo en diferentes campos del conocimiento y ámbitos de la vida (Arias, Leal y Organista, 2011, p. 94).

De las capacidades enunciadas en los *Saberes indispensables para el Ciclo básico de la Educación Secundaria en el área de Ciencias Naturales* (Dirección General de Escuelas de Mendoza, 2012, p.71), rescatamos: “La interpretación y la resolución de problemas significativos de saberes y habilidades del campo de la ciencia escolar, para contribuir al logro de la autonomía en el plano personal y social” y, “ofrecer situaciones que despierten el interés, la identificación, la reflexión crítica y la implicación en problemas científicos actuales de relevancia social, y significativos para los estudiantes, como los vinculados al ambiente y la salud, utilizando conocimientos científicos, a partir de una reflexión crítica y un abordaje propositivo”. Estas expresiones en los documentos

curriculares son referentes para los diseños curriculares de aula, donde se abordan características y clasificación de seres vivos, como así también la interacción entre sí y con el ambiente, desde una mirada actual y retrospectiva anclada en la continuidad de los seres vivos y su evolución.

El interés en aportar herramientas para la educación formal y el escaso uso de este tipo de representaciones en libros de textos escolares de Biología, conduce al análisis de textos de nivel Secundario y de formación de Profesorado, con la intención de compararlos y contrastar sus resultados, para poder responder a las siguientes preguntas:

- *La semiosis en torno a los conceptos de BP y el vínculo con las RGC ¿presenta diferentes grados de pertinencia y adecuación, en las propuestas didácticas?*
- *Las configuraciones didácticas que permiten la identificación de conflictos semióticos potenciales, ¿favorecen conexiones intra e interdisciplinares?*

3.2 Análisis de libros de texto de Educación Secundaria

Teniendo en cuenta que los libros de texto constituyen un material ampliamente utilizado por el profesorado y los estudiantes de Educación Secundaria (García Barros y Martínez Losada, 2001, citado en Pérez Vadillo, 2013), y que las RGC se caracterizan por su naturaleza semiótica, se evidencia la importancia de un análisis ontosemiótico, que aportará señales e información sobre el uso y las dificultades que suponen este tipo de representaciones en contenidos específicos de BP. En este trabajo se considera el término “libro de texto” para designar aquellos libros que utilizan habitualmente profesores y alumnos a lo largo del curso escolar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de un área de conocimiento (González Astudillo y Sierra Vázquez, 2004).

3.2.1 Objetivos del estudio

Consiste en un estudio exploratorio, descriptivo y comparativo de los libros de texto de Ciencias Naturales más utilizados, que se encuentran en las bibliotecas de los distintos establecimientos educativos de gestión privada, pública provincial y dependientes de la Universidad Nacional de Cuyo de la ciudad de Mendoza, considerando los capítulos referidos a BP.

3.2.2 Muestra de libros de texto

Los libros de texto analizados se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18
Libros de texto de Ciencias Naturales incluidos en el estudio

Texto N°	Referencia bibliográfica
1	Abellan, K., Bazo, R., Caro, G. y Selles-Martínez, J. (2007). <i>Ciencias Naturales</i> . Buenos Aires: Tinta Fresca.
2	Aletti, S., Bosack, A. y Fernández, M. (2000). <i>Ciencias Naturales – 8</i> . Buenos Aires: Santillana.
3	Aristegui, R., Barderi, M. y Bosack, A. (2001). <i>Ciencias Naturales – 9</i> . Buenos Aires: Santillana.
4	Carreras, N., Conti, O., Fernández, C. y Lantz, M. (2001). <i>Ciencias Naturales – 8</i> . Buenos Aires: Puerto de Palos.
5	Carreras, N., Conti, M. y Milano, C. (2001). <i>Ciencias naturales 9</i> . Buenos Aires: Puerto de Palos.
6	Cerdeira, S., Cwi, M.; Ferrari, H. y Greco, M. (2004). <i>Ciencias Naturales y Tecnología –9</i> . Buenos Aires: Aique.
7	Costaguta, M., Frid, D. y Sturla, A. (2004). <i>El libro de la naturaleza – 9</i> . Buenos Aires: Estrada.
8	Hunell, J., Leschintta, M. y Rela, A. (2003). <i>Átomo. Ciencias Naturales 8</i> . Buenos Aires: SM.
9	Hunell, J., Leschintta, M., Rela, A. y Tignanelli, H. (2003). <i>Átomo. Ciencias Naturales 9</i> . Buenos Aires: SM.
10	Jáuregui, S. (2004). <i>El libro de la naturaleza – 9</i> . Buenos Aires: Estrada

Estas propuestas editoriales se proponen para alumnos que cursan 8° y 9° año y que tienen una edad promedio entre 13 y 15 años. Cabe aclarar que actualmente el sistema educativo argentino que se rige por la Ley de Educación Nacional N° 26206, define a la Educación Secundaria como un nivel con unidad pedagógica y organizativa, y asigna a los niveles primario y secundario una estructura académica de doce años de duración, por lo cual la denominación de los niveles estructurales anteriores se ha modificado de 8° y 9° año para 1° y 2° año de la Educación Secundaria actual. Aunque la denominación ha cambiado, no se perciben diferencias significativas en los textos utilizados y todavía figuran en las bibliotecas escolares libros de texto con títulos que los vinculan a la denominación anterior.

3.2.3 Metodología

La revisión se ha realizado aplicando el análisis ontosemiótico explicitado en el capítulo 2, según el cual se consideran las variables de pertinencia, adecuación e idoneidad, vinculadas a las dimensiones e indicadores que se muestran en la Tabla 17 del capítulo anterior. Para mayor claridad se sintetizan aquí en la Figura 22.

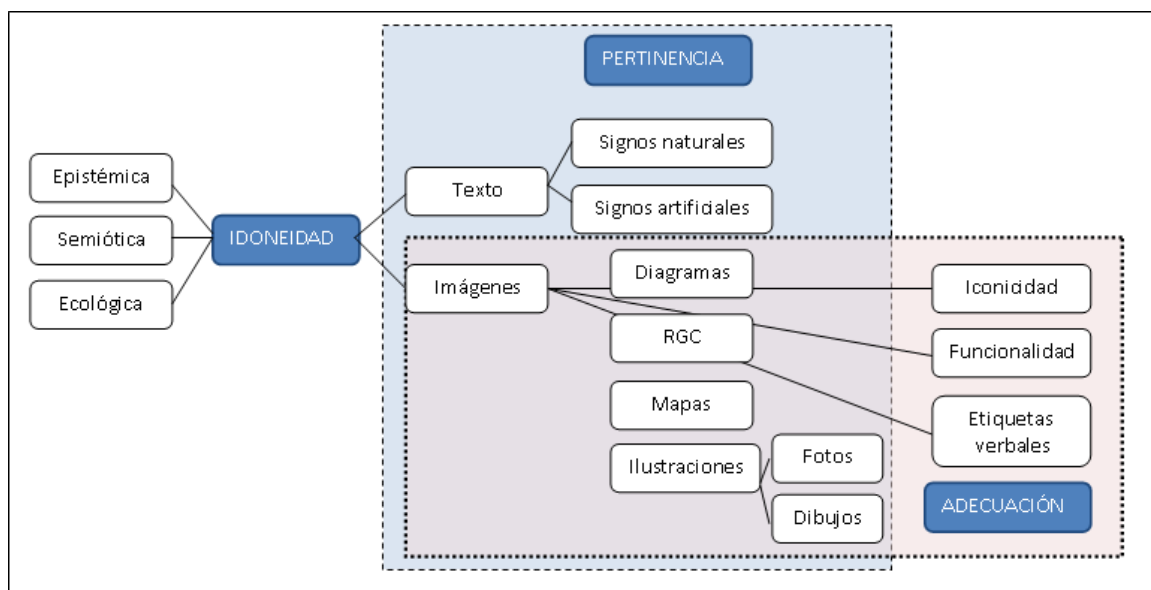


Figura 22. Vinculación de las variables, dimensiones e indicadores aplicados en el análisis ontosemiótico

En el análisis se han tenido en cuenta los contenidos referidos fundamentalmente a los conceptos de BP incluidos en las actuales propuestas curriculares de Educación Secundaria en el Área de Ciencias Naturales, que figuran en el Documento: *Saberes indispensables para el Ciclo básico de la Educación Secundaria, Materiales de acompañamiento al Docente* (Dirección General de Escuelas de Mendoza, 2012), basado en la propuesta de Núcleos de aprendizajes prioritarios (NAPS, 2006) del Ministerio de Educación de la Nación. El documento jurisdiccional fue entregado a docentes de la provincia de Mendoza en el año 2012. En la Tabla 19 se presentan los saberes indispensables que se refieren al eje “Seres vivos: Diversidad, unidad, interrelaciones y cambios”, pues se vinculan estrechamente con este trabajo de investigación.

Tabla 19
Saberes indispensables definidos para primero y segundo año de la escolaridad Secundaria

Saberes Indispensables-Ciencias Naturales	
Primer año	Segundo año
<ul style="list-style-type: none"> ● Interpretar las teorías que explican el origen de la vida y su vínculo con las características que definen a los seres vivos. ● Interpretar el modelo de célula como unidad estructural, funcional y de origen de todos los seres vivos propuesto por la Teoría Celular. ● Reconocer la diversidad celular (procariota-eucariota, animal-vegetal). ● Describir algunas funciones vitales en el nivel celular en relación con los principales componentes celulares involucrados. ● Caracterizar la función de relación, autorregulación y control en los seres vivos, asociada con los cambios en los ambientes interno y externo. (como en animales ectodermos y endodermos, tropismos y nastias en vegetales, por ejemplo) ● Analizar situaciones sencillas que evidencien procesos de captación, procesamiento de la información y elaboración de respuestas que involucran regulación nerviosa y/o endocrina en el organismo humano. ● Identificar diversos criterios para la clasificación de los seres vivos y en particular los utilizados desde la perspectiva de la división clásica en cinco reinos. ● Reconocer la importancia de la preservación de la biodiversidad desde los puntos de vista ecológico, evolutivo, científico y económico. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Caracterizar la función de reproducción en los seres vivos en sus variantes sexual y asexual. ● Identificar las estructuras y procesos relacionados con la reproducción humana. ● Reconocer las diversas dimensiones de la sexualidad humana (aspectos psicológicos, biológicos, socio-culturales, filosóficos, éticos) y la importancia de la toma de decisiones responsables y basada en los derechos sobre la salud sexual y reproductiva. ● Analizar los procesos de la reproducción celular: mitosis y meiosis. ● Interpretar los mecanismos hereditarios propuestos por Mendel. ● Reconocer el papel de los cromosomas en la herencia. ● Interpretar las teorías científicas que explican la evolución de las especies y la adaptación de los organismos al ambiente. ● Interpretar algunas temáticas científicas actuales que generan debates en la sociedad (clonación, alimentos transgénicos, huellas de ADN, etc.).

Para enriquecer la investigación se recurre a un modelo integrado multimodal (cuantitativo y cualitativo), es decir, desde un enfoque cuantitativo se utiliza el conteo y el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento, y desde un enfoque cualitativo basado en la observación, descripción y evaluación del proceso, a fin de establecer suposiciones o ideas en consecuencia (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista, 2006). Para evitar resultados subjetivos por parte del investigador, y para dar fiabilidad al estudio, se acompaña el análisis con imágenes escaneadas de los propios libros de texto que servirán para contrastar los resultados y las inferencias obtenidas.

3.2.4 Resultados

A) Pertinencia

Para la variable pertinencia se analiza el lenguaje natural y simbólico que presentan los libros de texto, teniendo en cuenta las cuatro dimensiones y sus respectivos indicadores definidos en la Tabla 12 (capítulo 2), es decir, los signos artificiales, su clasificación, las distintas representaciones gráficas y en especial los diagramas y gráficas cartesianas.

A.1 Signos naturales y signos artificiales

Las lenguas naturales y artificiales son un sistema de signos. El signo es el eje del análisis teórico de la lengua y es la reunión entre el *significado* de carácter conceptual y el *significante* de carácter sensorial. El lenguaje de la Biología utiliza representaciones simbólicas como complemento del código lingüístico. Según la Real Academia Española, se consideran signos naturales a las palabras de la lengua española, sus signos de puntuación: el punto, la coma, el punto y coma, los dos puntos, el guión, los puntos suspensivos y los paréntesis y, además los signos de expresión: signos de interrogación y signos de admiración. Los signos artificiales que se consideran corresponden a la clasificación presentada en símbolos matemáticos, gráficos, dibujos, expresiones, diagramas, tablas, etc.

A partir del conteo de la cantidad de signos naturales y artificiales que figuran en cada uno de los textos en los capítulos correspondientes a BP, se determina el rango (diferencia entre los valores obtenidos) y el porcentaje correspondiente, los cuales se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20
Rango y porcentajes de signos naturales y artificiales en los textos escolares

Texto N°	Signos naturales	Signos artificiales	Rango	Porcentaje de signos naturales	Porcentaje de signos artificiales
1	4300	432	3868	91%	9%
2	3770	290	3480	93%	7%
3	6400	273	6127	96%	4%
4	4030	58	3972	99%	1%
5	5500	268	5232	95%	5%
6	10900	472	10428	96%	4%
7	3480	405	3075	90%	10%
8	3050	471	2579	87%	13%
9	4100	529	3571	89%	11%
2	8400	495	7905	94%	6%
Total	53930	3693	50237	93%	7%

Se observa que la cantidad de signos naturales es mayor a la de signos artificiales en todos los textos analizados, pero con rangos distintos. El texto 9 es el que presenta la mayor cantidad de signos artificiales, en oposición al texto 4 que tiene la menor cantidad. Sin embargo el texto 6 es el que presenta mayor rango (10428), es decir la

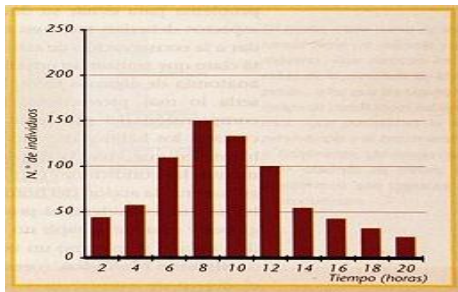
cantidad de signos naturales supera enormemente a la de signos artificiales. El rango promedio de los textos es de 5023.

Según el porcentaje total de signos naturales y artificiales presentados en la Tabla 20, los textos de Biología en los capítulos de BP, presentan en promedio un 93% de signos naturales frente a un 7% de signos artificiales.

A.2 Clasificación de los signos artificiales

Siguiendo el planteo teórico abordado en el capítulo 2, se utiliza la taxonomía expuesta por Javier de Lorenzo (1989) para los signos matemáticos artificiales clasificados en: *signo estrictamente artificial*, *signo gráfico único*, *signo compuesto por varias letras*, *término*, *figura* y *signo artificial*, los cuales se ejemplifican en la Tabla 21.

Tabla 21
Ejemplos de signos artificiales extraídos de los textos escolares

Signos artificiales	Ejemplos de signos hallados en los textos
Signo estrictamente artificial	No se encuentran
Signo gráfico único	A, B, C,...
Signo compuesto por varias letras	ADN, km, cm, ARN, AA , aa, a.C., km, m/s ² , NO ₃ , SO ₂ , CH ₂ O, CO ₂
Término	No se encuentran
Figura	
Signo artificial	0, 1, 2, 3,..., I, II, III, IV, V,..., X,..., 1°, 2°,..., %, x, +, -, =, /, 1/4, 1/2

Del conteo realizado y de los porcentajes obtenidos se obtienen los siguientes datos presentados en la Tabla 22 y Figura 23.

Tabla 22
Frecuencias obtenidas de los signos artificiales para los textos escolares

Texto N°	Signo estrictamente artificial	Signo gráfico único	Signo compuesto por varias letras	Término	Figura	Signo artificial	Total
1	0	32	16	0	11	424	483
2	0	48	19	0	14	320	401
3	0	80	28	0	15	369	492
4	0	26	18	0	6	253	303
5	0	3	18	0	8	388	417
6	0	84	27	0	7	513	631
7	0	0	1	0	7	416	424
8	0	29	18	0	10	416	473
9	0	23	26	0	7	577	633
10	0	19	48	0	5	535	607
Total	0	344	219	0	90	4211	4864

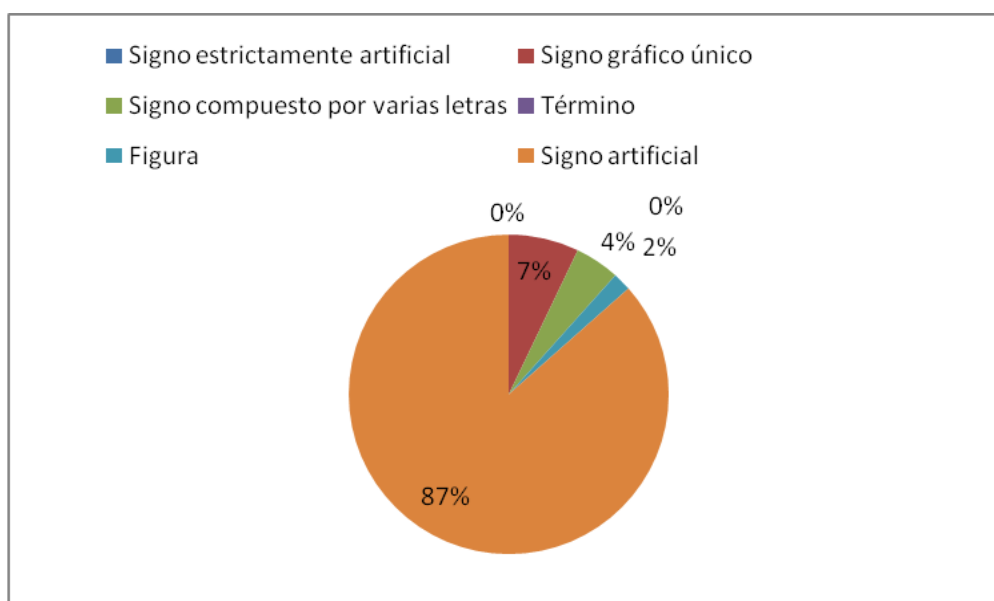


Figura 23. Porcentaje de los distintos tipos de signos artificiales en los textos escolares

El mayor porcentaje 87%, corresponde a los signos artificiales como 0, 1, I, IV, X, 1°, 2°, etc., cuyo uso no es exclusivo de los textos de Biología, frente a un 0% que corresponde a la clasificación en signos estrictamente artificiales y a términos como grupo, anillo, que existen en el lenguaje natural, pero que se usan en los textos matemáticos con un significado ajeno a su campo semántico en el lenguaje natural. En todos los textos se usan los números arábigos y romanos; sólo en los textos 2, 3, 4 y 10, aparece el símbolo %, y los símbolos x, +, -, =, /, en los textos 1, 2, 3 y 8.

Los signos compuestos por varias letras como km, m/s², etc., presentan un porcentaje del 4%. En los textos 1, 5, 6 y 10 figuran por ejemplo: ADN, km, cm, ARN, a.C. En el texto 2 se usa para designar la variabilidad genética representada por individuos

homocigotos dominantes (AA), para homocigotos recesivos (aa) y para heterocigotos (Aa). Las fórmulas químicas, como por ejemplo: NO₃, SO₂, CH₂O, CO₂ figuran en los textos 2, 3, 4, 7 y 8.

El 7% corresponde a los signos gráficos únicos y en todos los textos figuran sólo las letras del alfabeto español para designar diferentes incisos y no figuran letras griegas ni el símbolo &. No se utiliza la notación científica.

Las figuras aparecen sólo en un 2%. El lenguaje que se esgrime en los libros de textos de Biología no utiliza todas las categorías que se han definido para los signos matemáticos artificiales.

A.3 Representaciones gráficas

Los indicadores que se utilizan en esta dimensión corresponden a la tipología propuesta por Postigo y Pozo (2000), quienes consideran los cuatro grupos de información gráfica clasificados en: *diagramas, gráficas, mapas e ilustraciones* (Cáp. 2), que se diferencian en la clase y forma en que es presentada la información, así como en la relación que esa información tiene con el objeto o fenómeno representado.

- Para los *diagramas*, que expresan una relación conceptual, se realizó el conteo de los esquemas, mapas conceptuales (diagramas inclusores, relacionales), cuadros sinópticos, organigramas y diagramas de flujo. Los resultados se muestran en la Tabla 23 y sus respectivos porcentajes en la Figura 24.

Tabla 23
Frecuencias obtenidas de los diagramas que figuran en cada uno de los textos escolares

Diagramas	Textos										TOTAL
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	Nº10	
Esquemas	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	4
Mapas conceptuales	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	5
Cuadros sinópticos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Organigramas	2	0	1	0	1	0	2	1	0	2	9
Diagrama de flujo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total	3	0	2	0	2	3	3	4	1	2	20

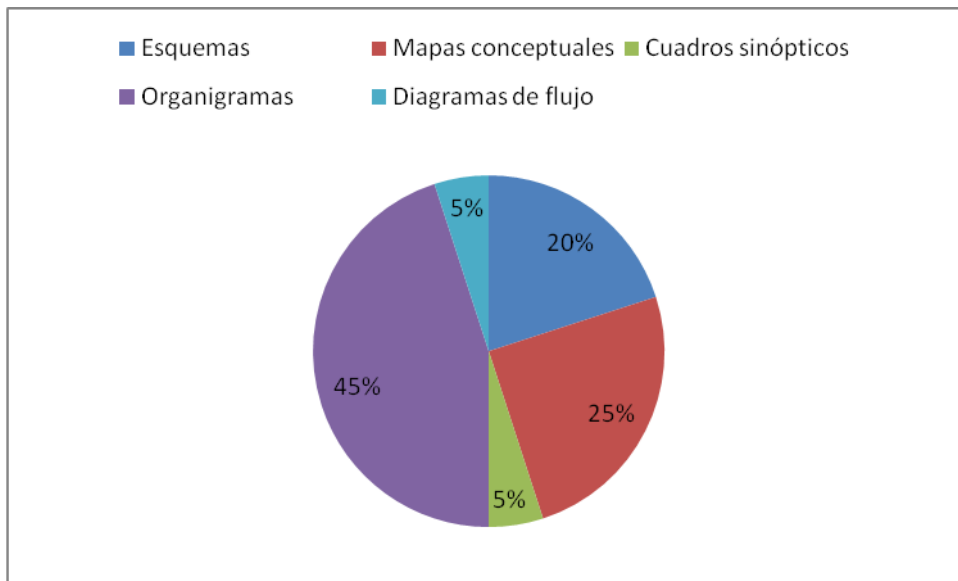
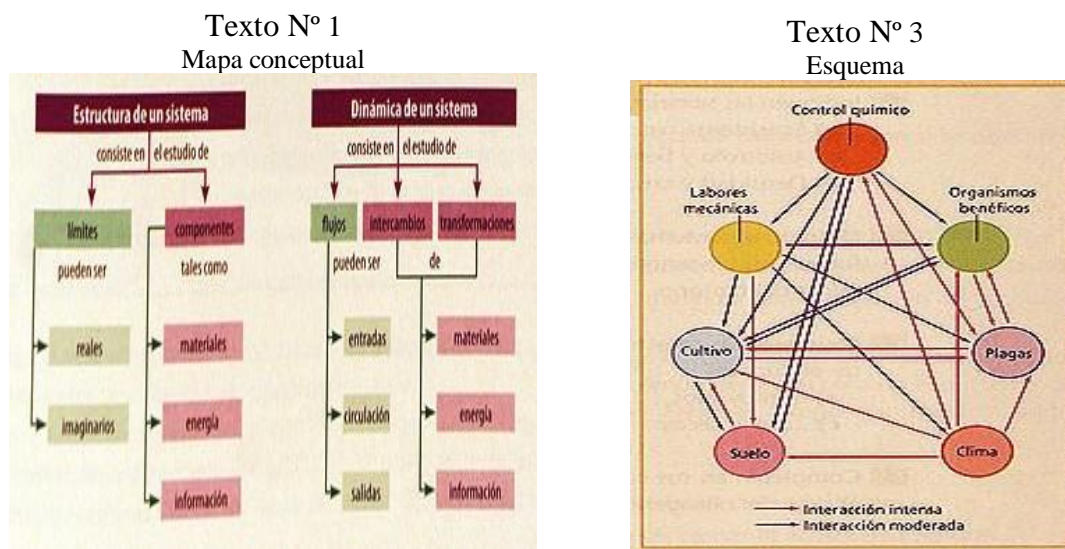


Figura 24. Porcentajes de las categorías de diagramas que figuran en los textos escolares

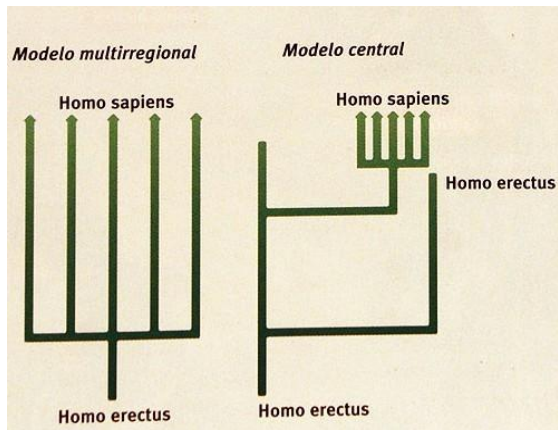
De los diagramas observados el mayor porcentaje (45%) es el que corresponde a los organigramas. Las demás categorías se utilizan en porcentajes menores, como los mapas conceptuales en un 25% y los esquemas en un 20%. Los cuadros sinópticos y los diagramas de flujo se presentan en igual porcentaje de 5%. Los libros de texto 2 y 4 no utilizan ninguna de estas representaciones. En la Tabla 24 se ejemplifican diagramas que figuran en los textos 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

Tabla 24
Ejemplos de diagramas contemplados en los libros de texto escolares

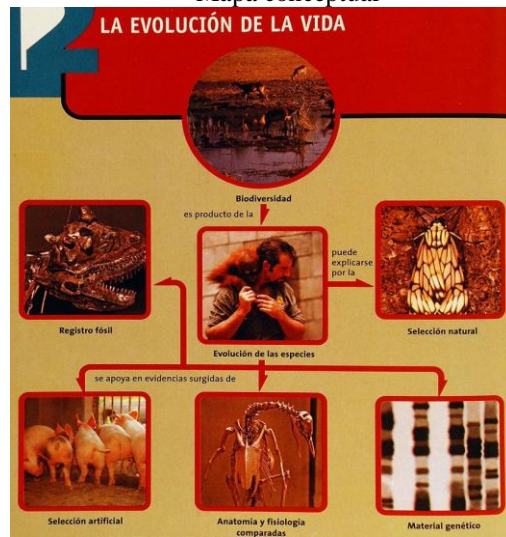
Ejemplos de diagramas que figuran en los textos



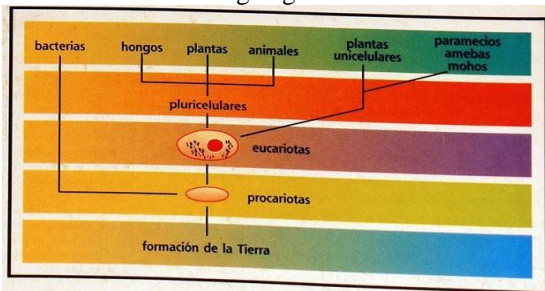
Texto N° 5
Esquema



Texto N° 6
Mapa conceptual



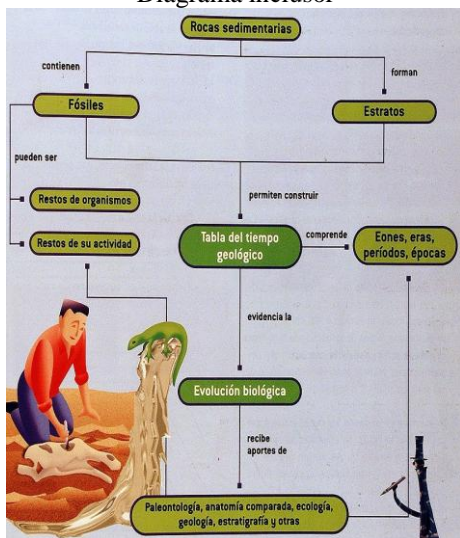
Texto N° 7
Organigrama



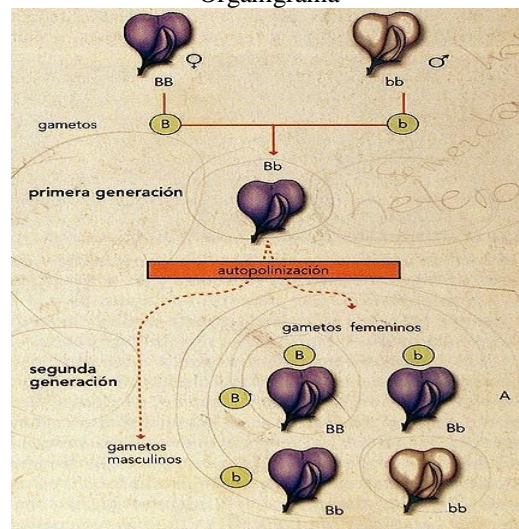
Texto N° 8
Mapa conceptual



Texto N° 9
Diagrama incluser



Texto N° 10
Organigrama



• Las relaciones cuantitativas que se expresan utilizando *gráficas*, se clasifican en histogramas, diagramas cartesianos, gráficas cartesianas, diagramas de barras, diagramas de pastel, diagramas de bastones, tablas, diagramas de líneas y diagramas arbolares. Cabe aclarar que un diagrama cartesiano es una representación gráfica en la que se utilizan dos ejes ortogonales, en los cuales se pueden vincular variables cualitativas o cuantitativas; en cambio, una representación en gráficas cartesianas necesariamente vincula variables cuantitativas. El resultado de su conteo se muestra en la Tabla 25 y sus respectivos porcentajes en la Figura 25.

Tabla 25
Frecuencias obtenidas de las gráficas para cada uno de los textos escolares

Gráficas	Textos										TOTAL
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	Nº10	
Diagrama de barras	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Diagramas cartesianos	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	7
Gráficos cartesianos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tablas	0	1	2	4	0	0	0	0	11	0	18
Histogramas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diagramas de pastel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diagramas de bastones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diagramas arbolares	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3
Total	0	1	8	5	1	2	0	0	12	0	29

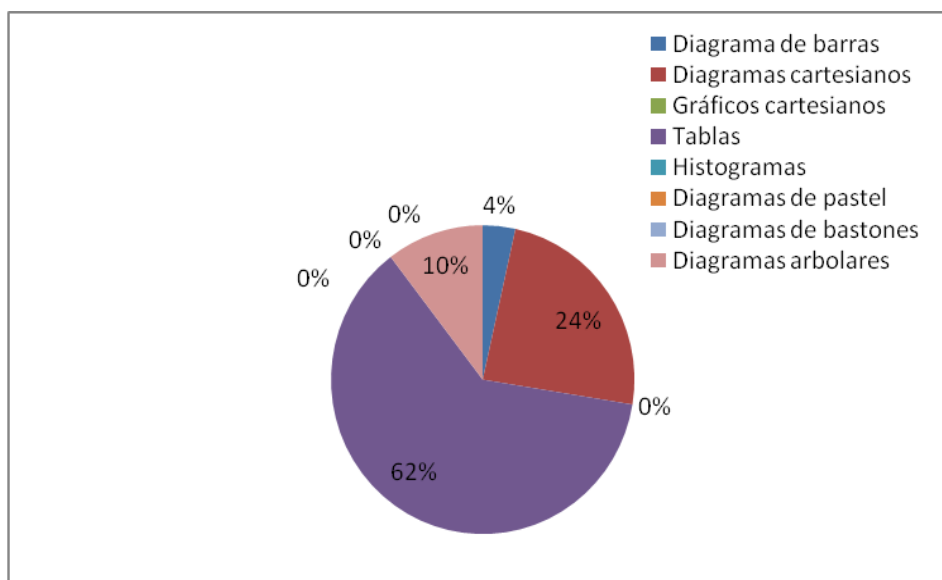


Figura 25. Porcentajes de la clasificación de las gráficas que figuran en los textos escolares

Destaca la escasa cantidad de gráficas utilizadas. Entre ellas, las tablas de valores son las más abundantes (62%), aunque ello está motivado por un único texto, el número 9;

les siguen los diagramas cartesianos con un 24%; los diagramas arbolares con un 10% y el 4% para los diagramas de barras. Los textos 1, 7, 8 y 10 no presentan gráficas de ninguna clase.

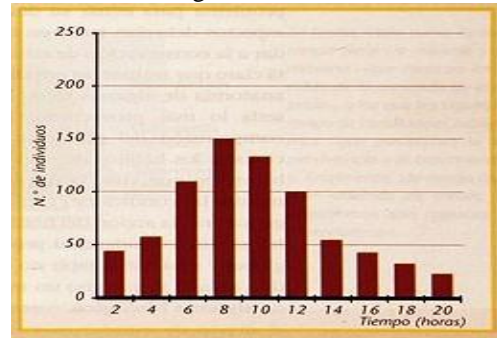
Tabla 26
Gráficas contempladas en los libros de textos escolares

Ejemplos de gráficas que figuran en los textos

Texto N° 2
Tabla

TIPOS DE CONTAMINANTES DEL AGUA, SEGÚN SU ORIGEN	
Orgánico o biológico	<ul style="list-style-type: none"> Residuos cloacales Residuos de las destilerías de petróleo, de las fábricas de sebo, de frigoríficos, etc. Microorganismos, como bacterias, virus, hongos, protozoos (provocan diversas clases de enfermedades infecciosas)
Químico inorgánico	<ul style="list-style-type: none"> Nitratos y nitritos (pueden afectar a los sistemas respiratorio y circulatorio) Metales pesados, como el plomo, el cadmio y el mercurio (pueden causar efectos nocivos en el tejido sanguíneo y el sistema nervioso periférico) Algunas sales, como los fluoruros y el fósforo y sus compuestos (los primeros producen trastornos bucales y los segundos son responsables del desarrollo de las algas y de la eutrofización de los lagos y ríos)
Químico orgánico	<ul style="list-style-type: none"> Fenoles y sus derivados (producen sabores desagradables) Hidrocarburos, derivados del petróleo (alteran el olor y el sabor naturales y son perjudiciales para la salud) Detergentes (provocan espumas, concentran impurezas y pueden alterar el sabor del agua)
Físico	<ul style="list-style-type: none"> Basura y arcilla (se depositan en el agua y afectan su transparencia) Residuos radiactivos (pueden provocar serios problemas de salud, por ejemplo, trastornos genéticos) Variaciones de temperatura

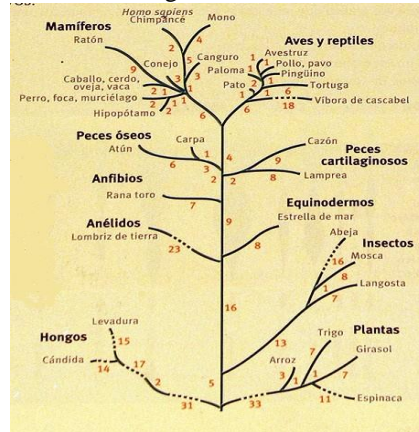
Texto N° 3
Diagrama de barras



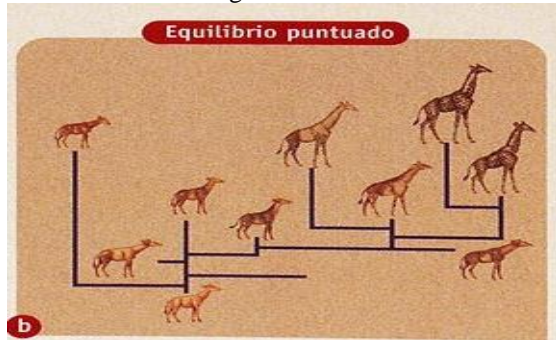
Texto N° 4
Diagrama cartesiano



Texto N° 5
Diagrama arbol



Texto N° 6
Diagrama arbol



Texto N° 9
Tabla

Segundo con 4.000 a 3.000 millones de años AP	
Aumento de volumen de los océanos.	3,1
Fósiles más antiguos.	3,2
Acumulación de rocas sedimentarias más antiguas.	3,3
Formación de la atmósfera primitiva, carente de oxígeno.	3,4
Biogénesis: origen de la vida en la Tierra.	3,5
	3,6
	3,7
Roca terrestre más antigua conocida.	3,8
La Luna es bombardeada por asteroides.	3,9
	4
	Miles de millones de años AP

• Los mapas geográficos, planos, croquis y dibujos esquemáticos, se contaron para el indicador *mapas* que reflejan una relación espacial selectiva, y el resultado se volcó en la Tabla 27, así también como sus porcentajes en la Figura 26.

Tabla 27
Frecuencias obtenidas de los mapas que figuran en los textos escolares

Mapas	Textos										TOTAL
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	Nº10	
Mapas geográficos	2	0	0	0	4	0	0	0	1	1	8
Pirámides tróficas	0	0	0	0	2	0	1	1	0	1	5
Planos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Croquis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dibujos esquemáticos	4	4	4	1	3	5	1	0	2	3	27
Total	6	4	4	1	9	5	2	1	3	6	41

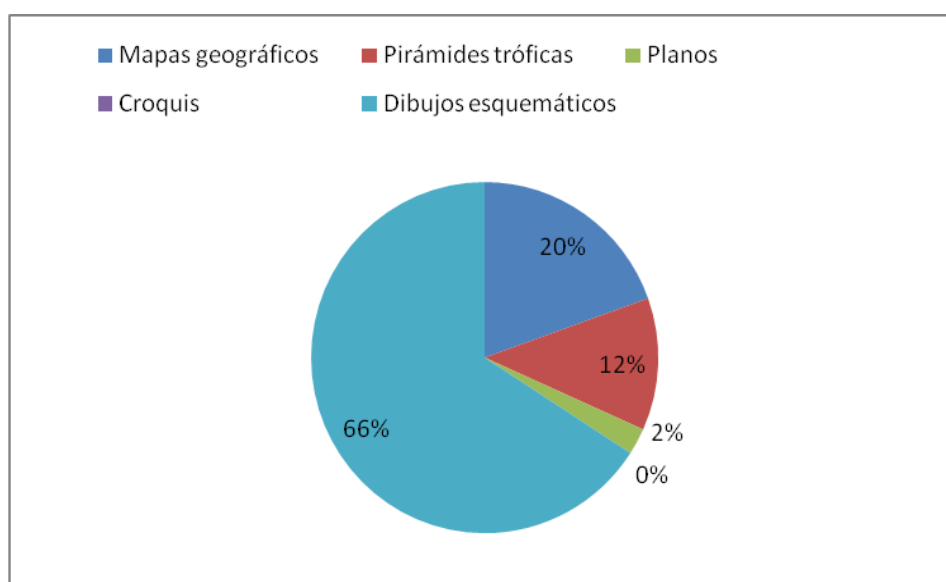


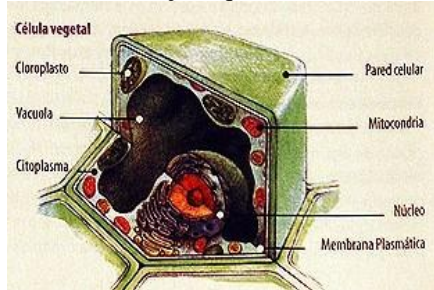
Figura 26. Porcentajes para la clasificación de los mapas que figuran en los textos escolares

El mayor porcentaje (66%) observado se refiere a los dibujos esquemáticos, seguido de los mapas geográficos con un 20% y luego las pirámides tróficas que se visualizan en los textos 5, 6, 8 y 9 en un 12%. Sólo un plano se encuentra en el texto 6 y no se observan croquis en ninguno de los textos. Todos los textos presentan este tipo de representaciones.

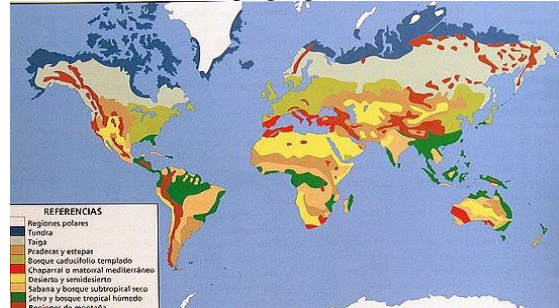
Tabla 28
Mapas contemplados en los libros de textos escolares

Ejemplos de mapas que figuran en los textos

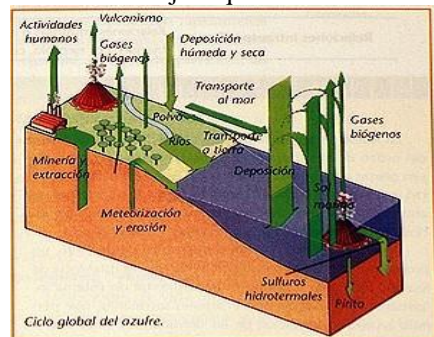
Texto N° 1
Dibujo esquemático



Texto N° 2
Mapa geográfico



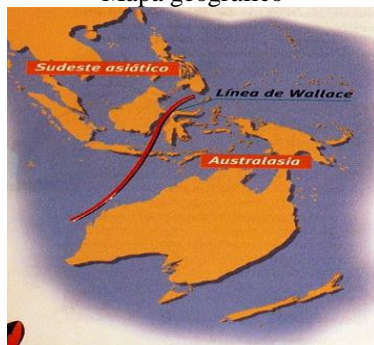
Texto N° 3
Dibujo esquemático



Texto N° 4
Mapa geográfico



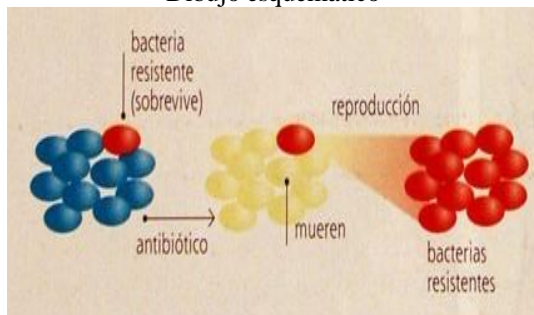
Texto N° 5
Mapa geográfico



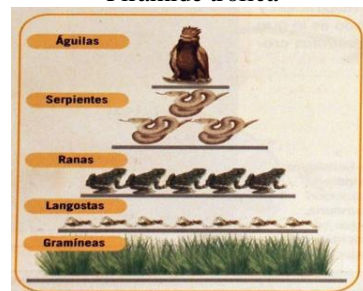
Texto N° 6
Mapa geográfico



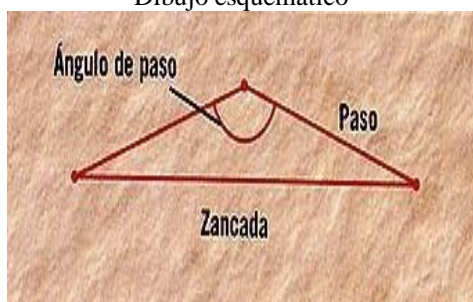
Texto N° 7
Dibujo esquemático



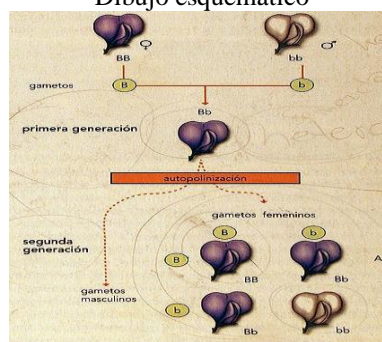
Texto N° 8
Pirámide trófica



Texto N° 9
Dibujo esquemático



Texto N° 10
Dibujo esquemático



• Para el indicador *ilustraciones* se consideran las fotografías y dibujos, contabilizados en la Tabla 29 y sus porcentajes en la Figura 27.

Tabla 29

Frecuencias obtenidas de las ilustraciones para cada uno de los textos escolares

Ilustraciones	Textos										TOTAL
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N°10	
Fotografías	49	55	32	50	33	61	5	37	64	15	401
Dibujos	22	37	25	28	51	21	7	25	32	21	269
Total	71	92	57	78	84	82	12	62	96	36	670

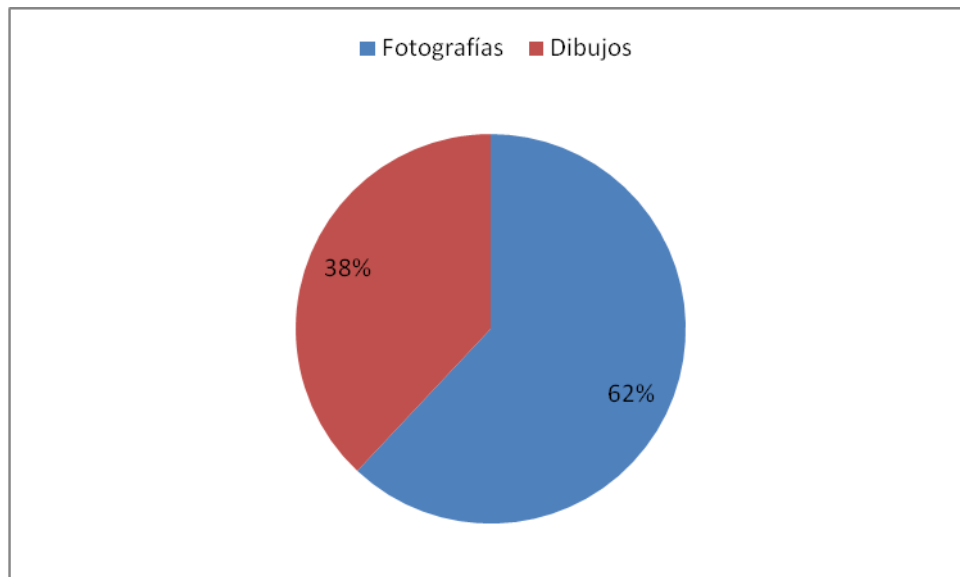


Figura 27. Porcentajes de la clasificación de ilustraciones que figuran en los textos escolares

De las ilustraciones observadas el 62% corresponde a las fotografías, superando a la cantidad de dibujos que aparecen en un 38%.

Del análisis realizado a las distintas representaciones gráficas que figuran en estos libros de texto, la menor frecuencia se detecta para las gráficas (4%) y el mayor porcentaje se

refiere a las ilustraciones (ver Tabla 30 y Figura 28).

Tabla 30
Frecuencias totales obtenidas de las representaciones gráficas para cada uno de los textos escolares

Representaciones Gráficas	Textos										
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	Nº 10	
Diagramas	3	0	2	0	2	3	3	4	1	2	20
Gráficas	0	1	8	5	1	2	0	0	12	0	29
Mapas	4	6	4	3	9	6	1	1	2	5	41
Ilustraciones	71	92	57	78	84	82	12	62	96	36	670
Total	78	99	71	86	96	93	16	67	111	43	760

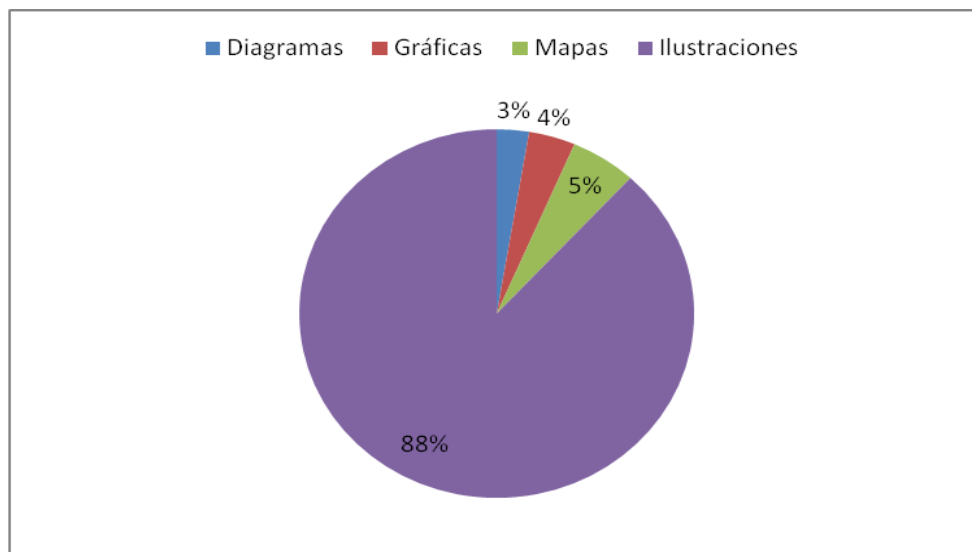


Figura 28. Porcentajes de las representaciones gráficas que figuran en los textos escolares

Las ilustraciones representan el mayor porcentaje obtenido (88%), con una gran diferencia con respecto a los otros indicadores analizados.

A.4 Diagramas y gráficas cartesianas

De los diagramas y gráficas cartesianas se pueden observar diferentes clases: diagramas de líneas, diagramas de líneas comparativas, diagramas de intersección de regiones, diagramas de líneas y barras, diagramas de puntos, diagramas de puntos y líneas y, diagramas de líneas y figuras. En la Tabla 31 se contabilizaron para cada uno de los textos analizados y en la Tabla 32 se muestran algunos de los escasos ejemplos hallados.

Tabla 31
Frecuencias obtenidas de los diagramas y gráficas cartesianas en los textos escolares

Diagramas y gráficas cartesianas							
Textos Nº	De líneas	De líneas comparativas	De intersección de regiones	De líneas y barras	De puntos	De puntos y líneas	De líneas y figuras
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	3	2	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
Total	5	2	0	0	0	0	0

Se observa que en los textos analizados el uso de diagramas y gráficas cartesianas es casi nulo, apareciendo solamente los diagramas de líneas en tres textos (3, 4 y 6) y sólo en el texto 3 se usan diagramas de líneas comparativas. Los textos 1, 2, 5, 7, 8, 9 y 10 no presentan este tipo de representaciones.

Tabla 32
Diagramas y gráficas cartesianas contemplados en los libros de textos escolares

Ejemplos de diagramas que figuran en los textos

Texto Nº 3

Diagrama de líneas comparativas



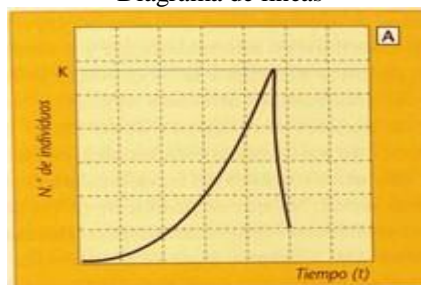
Texto Nº 4

Diagrama de líneas



Texto Nº 6

Diagrama de líneas



B) Adecuación

Es la segunda variable que se analiza y se refiere a las ilustraciones que figuran en los libros de texto, que pueden ser usadas para decorar libros, describir situaciones o fenómenos basándose en la capacidad humana de procesar la información visual y su ventaja frente a los textos escritos en la estimulación de modelos mentales; explican las situaciones descritas, es decir transforman el mundo con la intención de evidenciar relaciones o ideas no evidentes y facilitan la comprensión.

En este estudio solamente se trabaja con las dimensiones de *iconicidad*, *funcionalidad* y *etiquetas verbales* (Perales y Jiménez, 2002), ya que nos informan sobre el grado de complejidad que poseen las imágenes, de la valoración sobre la mayor o menor funcionalidad de estas herramientas expresivas y de los distintos tipos de textos incluidos en las mismas.

B.1 Iconicidad

Se refiere al grado de referencialidad de una imagen. Es decir, la relación de apariencias entre la propia imagen y su referente. Este concepto expresa las categorías y niveles de relación de una imagen con la imagen de un objeto real.

Para la iconicidad se analizan los indicadores propuestos por Perales et al. (2002): fotografía, dibujo figurativo, dibujo figurativo+signos, figurativo+signos normalizados, dibujo esquemático, dibujo esquemático+signos y descripción en signos normalizados. A continuación se ilustran con ejemplos extraídos de los libros de textos seleccionados:

- **Fotografía**



Figura 29. Ejemplo de fotografía extraída del texto 2

- **Dibujo figurativo:** prima la representación orgánica, mostrando los objetos mediante la imitación de la realidad.



Figura 30. Ejemplo de dibujo figurativo extraído del texto 2

- **Dibujo figurativo+signos:** representan acciones o magnitudes inobservables en un espacio de representación heterogéneo.

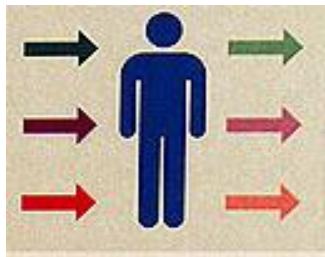


Figura 31. Ejemplo de dibujo figurativo+signos extraída del texto 1

- **Figurativa+signos normalizados:** es una variante de la anterior, incluye aquellas ilustraciones en las que se representa figurativamente una situación y a su lado se representan algunos aspectos relevantes mediante signos normalizados.

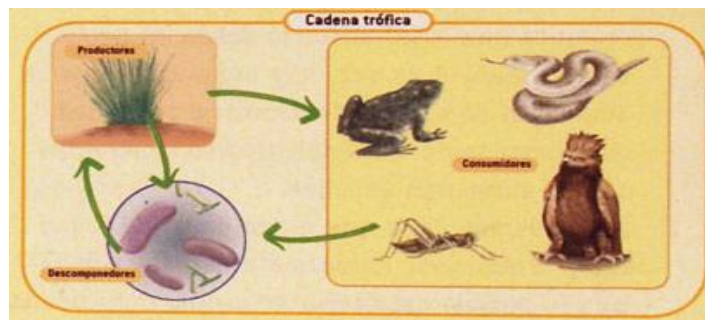


Figura 32. Ejemplo de figurativa+signos normalizados extraída del texto 8

- **Dibujo esquemático:** prima la representación de las relaciones prescindiendo de los detalles.



Figura 33. Ejemplo de dibujo esquemático extraída del texto 6

- **Dibujo esquemático+signos:** representan acciones o magnitudes inobservables.

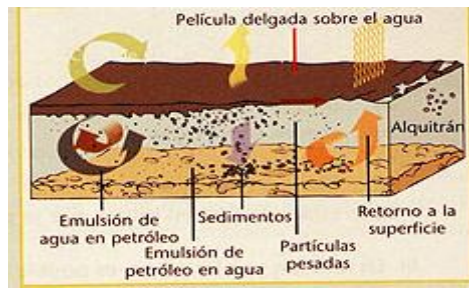


Figura 34. Ejemplo de dibujo esquemático+signos extraída del texto 2

- **Descripción en signos normalizados:** constituye un espacio de representación homogéneo y simbólico que posee reglas sintácticas específicas.

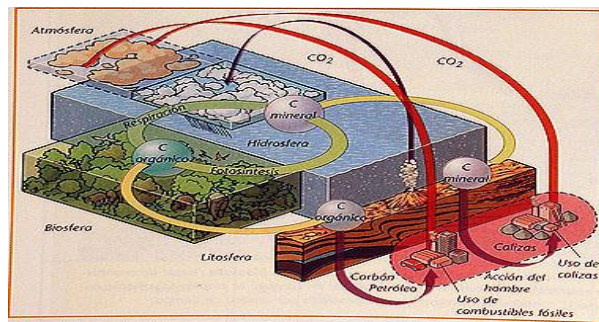


Figura 35. Ejemplo de descripción en signos normalizados extraída del texto 3

En la Tabla 33 se presentan las frecuencias correspondientes de cada uno de los indicadores para la iconicidad y en la Figura 36 se muestran sus porcentajes relativos.

Tabla 33

Frecuencias correspondientes a los indicadores de la iconicidad en los textos escolares

Textos N°	Fotografía	Dibujo figurativo	Dibujo figurativo +signos	Figurativo+ signos normalizados	Dibujo esquemático	Dibujo esquemático +signos	Descripción en signos normalizados	TOTAL
1	49	17	5	6	1	5	2	85
2	55	14	5	2	1	4	0	81
3	32	4	7	5	0	5	0	53
4	50	14	0	0	0	0	0	64
5	33	29	3	1	1	2	0	69
6	61	15	5	0	1	1	0	83
7	5	13	1	0	0	0	0	19
8	37	12	5	5	1	5	1	66
9	64	6	3	0	0	2	1	76
10	15	16	2	1	0	2	1	37
Total	384	140	36	20	5	26	5	616

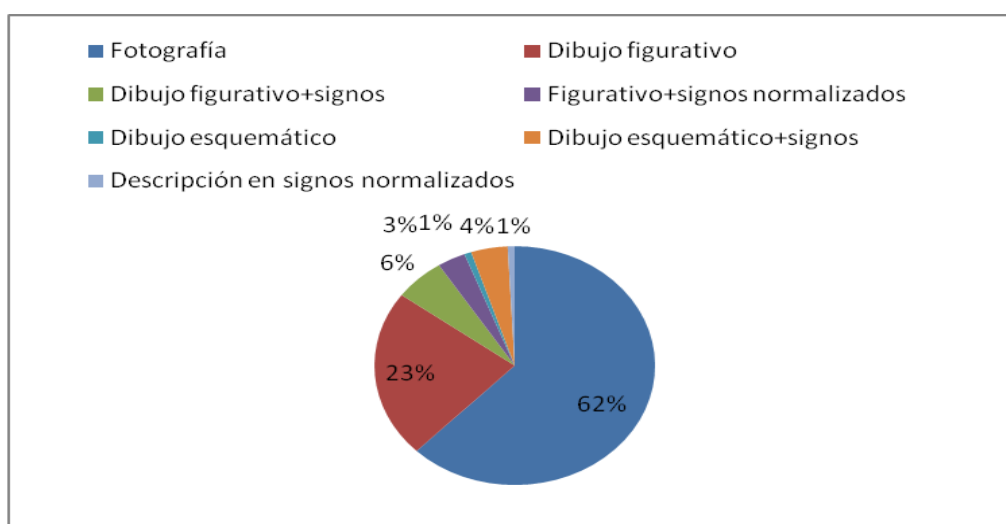


Figura 36. Porcentajes de los indicadores para la iconicidad que figuran en los textos escolares

Las fotografías, en un 62%, representan la mayor frecuencia en la mayoría de los textos, salvo en los textos 7 y 10 que priman los dibujos figurativos. El menor porcentaje (1%) corresponde a la clasificación en descripción en signos normalizados.

B.2 Funcionalidad

En este sentido se han definido tres indicadores: ilustraciones inoperantes, operativas elementales y sintácticas. A continuación se refiere a cada una de ellas con ejemplos de imágenes extraídas de los textos seleccionados.

- **Inoperantes:** no aportan ningún elemento utilizable, solo cabe observarlas.



Figura 37. Ejemplo de figura inoperante extraída del texto 2

- **Operativas elementales:** contienen elementos de representación universales; croquis, cotas, etc.

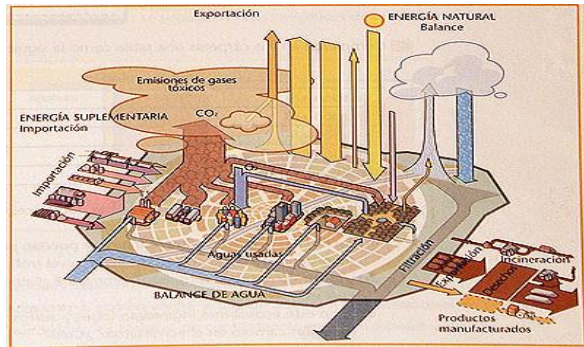


Figura 38. Ejemplo de figura operativa elemental extraída del texto 3

- **Sintácticas:** contienen elementos cuyo uso exige el conocimiento de normas específicas: vectores, circuitos eléctricos, etc.

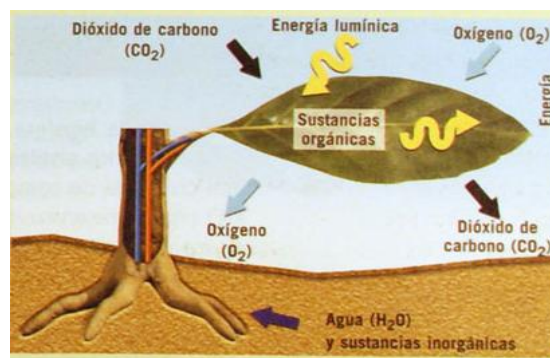


Figura 39. Ejemplo de figura sintáctica extraída del texto 8

La Tabla 34 presenta las frecuencias correspondientes a cada una de las categorías definidas para la funcionalidad y en la Figura 40 se muestran sus porcentajes relativos.

Tabla 34
Frecuencias de ilustraciones inoperantes, operativas y sintácticas en los textos escolares

Textos Nº	Inoperantes	Operativas	Sintácticas
1	0	3	0
2	6	8	0
3	2	7	2
4	7	2	0
5	6	4	0
6	2	5	0
7	0	2	0
8	5	5	1
9	6	3	0
10	1	5	1
Total	35	44	4

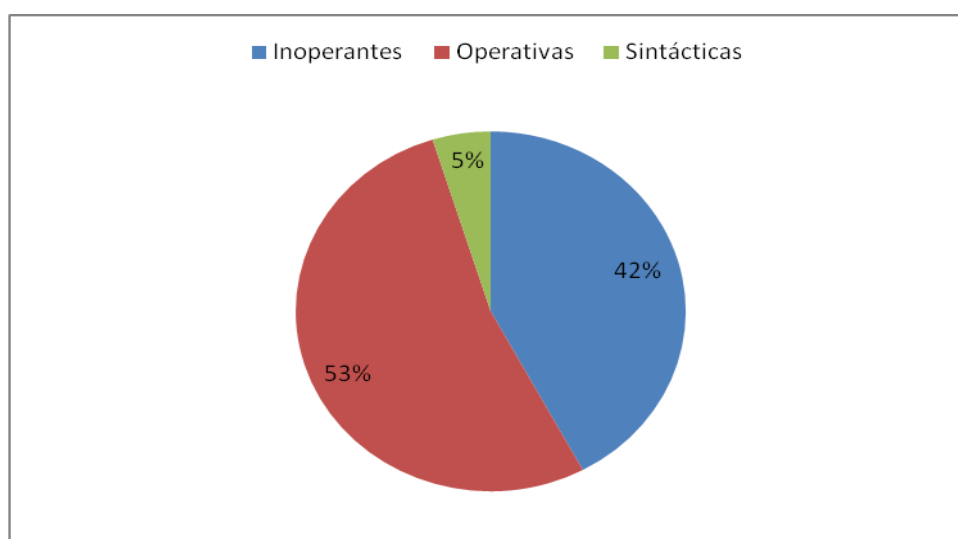


Figura 40. Frecuencias porcentuales del total de ilustraciones inoperantes, operativas y sintácticas en los textos escolares

El análisis de las ilustraciones realizado a los textos propuestos, según esta variable, ha permitido corresponder el 53% a las ilustraciones operativas elementales, el 42% a las inoperantes y el 5% a las sintácticas. Estos valores se asemejan a los presentados en investigaciones realizadas (Perales et al., 2002) y confirman la tendencia al realce decorativo de las ilustraciones.

B.3 Etiquetas verbales

A los textos incluidos en las ilustraciones se los denomina etiquetas verbales, con ellas se logra categorizar a las ilustraciones en autosuficientes o dependientes del texto no ilustrado. En las investigaciones realizadas por Perales et al. (2002) se menciona que los textos explicativos favorecen la comprensión y el aprendizaje del contenido informativo

de una ilustración mediante un efecto conjunto. Para esta variable se consideran los siguientes indicadores: ilustraciones sin etiquetas, nominativas y relacionales. A continuación se refiere a cada una de ellas con ejemplos de imágenes extraídas de los textos seleccionados.

- **Sin etiquetas:** la ilustración no contiene ningún texto.

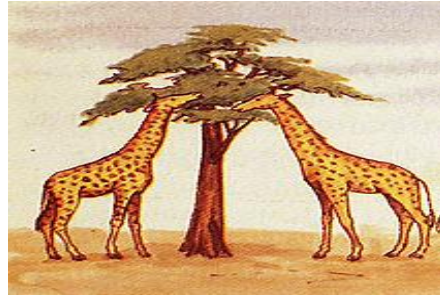


Figura 41. Ejemplo de figura sin etiquetas, extraída del texto 10

- **Nominativas:** letras o palabras que identifican algunos elementos de la ilustración.

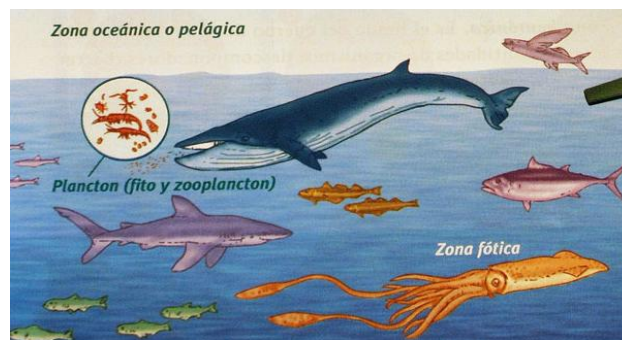


Figura 42. Ejemplo de figura nominativa, extraída del texto 4

- **Relacionales:** textos que describen las relaciones entre los elementos de la ilustración.

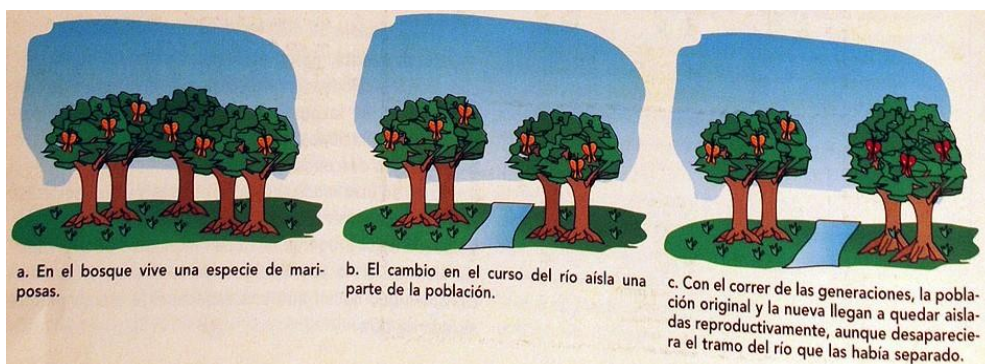


Figura 43. Ejemplo de figura relacional, extraída del texto 10

En la Tabla 35 se presentan las frecuencias correspondientes a cada una de las categorías definidas para las etiquetas verbales de las ilustraciones y en la Figura 44 se

muestran sus porcentajes relativos.

Tabla 35

Frecuencias de ilustraciones sin etiquetas, nominativas y relacionales en los textos escolares

Textos N°	Sin etiquetas	Nominativas	Relacionales
1	9	28	46
2	31	22	29
3	12	6	28
4	61	8	15
5	25	0	32
6	22	10	27
7	4	1	6
8	23	0	26
9	17	13	22
10	8	8	18
Total	212	96	249

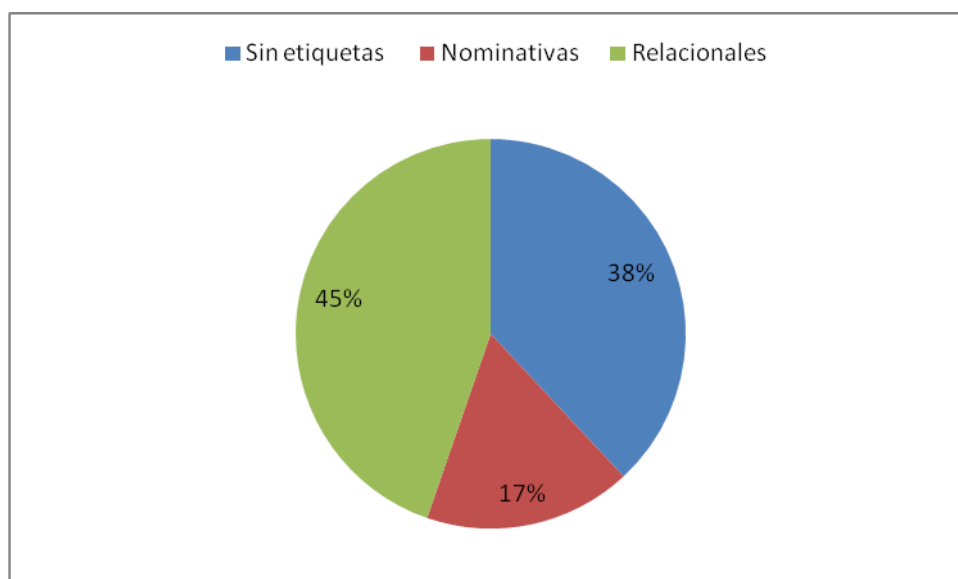


Figura 44. Frecuencias porcentuales del total de ilustraciones sin etiquetas, nominativas y relacionales, en los textos escolares

Del análisis de esta variable se observa que el mayor porcentaje corresponde a las ilustraciones relacionales con el 45%, luego le siguen las sin etiquetas con el 38% y las de menor porcentaje son las ilustraciones nominativas con el 17% del total.

C) Idoneidad

Se refiere a la articulación coherente y eficaz de las dimensiones implicadas en los procesos de estudio matemático, es decir en los procesos de enseñanza-aprendizaje de contenidos matemáticos específicos, organizados en el seno de sistemas didácticos (Godino, 2002). En este estudio se analizan como dimensiones de la idoneidad a la ecológica, epistémica y semiótica.

C.1 Idoneidad epistémica

En la valoración de la idoneidad epistémica se consideran los siguientes indicadores: lenguaje, situaciones, procedimientos, definiciones, proposiciones y argumentos, las cuales se articulan formando configuraciones epistémicas, cuyo análisis nos informa sobre la anatomía de un texto que utiliza lenguaje matemático.

- **Lenguaje**

El lenguaje es un conjunto de acciones conductuales recursivas coherentes por la experiencia generada en la relación con los otros (Maureira, 2009). Si los objetos surgen al delimitarlos en el lenguaje, ¿qué sucede con las explicaciones sobre esos objetos? Los lenguajes que sustentan las diversas disciplinas se construyen sobre discursos particulares elaborados sobre lenguajes bien delimitados, cada disciplina genera explicaciones en base a su propio lenguaje y de este modo el conocimiento se circunscribe a los límites que este le otorga. Una explicación es un conjunto de argumentos que se aceptan como válidos para la descripción estructural, funcional y relacional de un objeto, y todo esto está dado dentro del mismo marco que instaura el lenguaje de la disciplina correspondiente.

Se utiliza un lenguaje científico-técnico en todos los textos presentando diferentes modos de expresión, es decir el lenguaje utilizado es verbal e icónico (simbólico y gráfico), como se ha mencionado en el análisis de la pertinencia. En mayor porcentaje se utiliza el lenguaje verbal y las traducciones del lenguaje verbal al simbólico son escasas, sólo se realizan traducciones al designar los compuestos químicos en el texto 7. No se utiliza la notación científica en ninguno de los textos, ni tampoco se observan conversiones (Duval, 1999) para un mismo objeto, es decir no hay cambios de registro por ejemplo de tablas de valores a la representación gráfica o de otros tipos de representación. La nomenclatura binomial se utiliza solamente en los textos 1, 2, 3 y 4, nombrando por ejemplo: *Canis familiares*, *Felis domestica* o *Bistun betularia*; en los demás textos no se la utiliza.

- **Situaciones**

Cada texto posee una diagramación diferente para presentar las distintas actividades o situaciones que corresponden a *problemas*, *ejercicios*, *cuestionarios* y *experiencias o prácticas de laboratorio*. Un *problema* representa un reto o dificultad que no tiene resolución inmediata y que posibilita la búsqueda de procedimientos por parte del alumno a partir de sus conocimientos previos. Esta concepción de *problema* (Vergnaud, 1983) implica la novedad, tanto en el sentido de una tarea que tiene elementos nuevos que no se comprenden, como en la idea de construir procedimientos o estrategias para la resolución del mismo (Zúñiga, 2004). Un *ejercicio* se refiere a la tarea que requiere sólo el empleo de métodos, algoritmos o procedimientos ya conocidos y donde el objetivo principal es adquirir habilidad en su uso. Estas tareas son las que predominan en el discurso escolar que se plasma en los libros de textos tradicionales, y con las que se pretende fijar los conocimientos tratados en el mismo. La Biología como ciencia experimental necesita la investigación de laboratorio y de campo. Un laboratorio es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos,

prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico. Está equipado con materiales, instrumentos de medida y equipos. En el caso escolar, el laboratorio puede ser un aula o dependencia equipada y acondicionada para el desarrollo de clases prácticas y otros trabajos con la intención de reafirmar los conocimientos teóricos. En el desarrollo de una *experiencia de laboratorio* se definen la introducción, los objetivos, las hipótesis, los materiales, la metodología, el reporte de resultados o conclusiones y la bibliografía, siguiendo las precauciones del reglamento de laboratorio para evitar accidentes.

5 Muy recientemente, en el noreste de China, se hallaron restos de un dinosaurio carnívoro del grupo de los terópodos, entre los que se cuenta el famoso Velociraptor. Los científicos llamaron a este animal, de 120 millones de años de antigüedad, Protarchopteryx. Lo llamativo de esta criatura es que posee plumas aún más primitivas que las del ave más antigua conocida, Archaeopteryx lithographica, que fue descubierta en Alemania y cuenta con 150 millones de años de antigüedad. Este hallazgo, entre otros igualmente espectaculares que se han realizado en los últimos años, ha permitido reafirmar la hipótesis de que dinosaurios y aves están muy cercanamente emparentados o, más aún, que las aves no son más que dinosaurios emplumados. Sobre la base de estos comentarios, reflexionen y contesten las siguientes preguntas:

- ¿Es posible que las plumas del ejemplar descubierto en China sean más primitivas que las de Archaeopteryx? ¿Por qué?
- Descartado un parentesco posible entre dinosaurios y aves, ¿qué otra hipótesis podría plantearse acerca de la presencia de plumas en ambos?

Figura 45. Ejemplo de un problema del texto 10 presentado para la evolución de los dinosaurios

1 Completen el cuadro.

Naturistas	Época	Aporte a la teoría de la evolución
Carl von Linneo		
George Cuvier		
Jean Baptiste de Lamarck		
Charles Darwin		
Alfred Wallace		

Figura 46. Ejemplo de un ejercicio extraído del texto 6 y propuesto para completar un cuadro que relacione el nombre de los naturistas que aportaron a la teoría de la evolución y la época en que lo realizaron

¿De qué se alimentan los vegetales? Una respuesta actual...

Para responder esta pregunta necesitan una planta de malvón o geranio, una hoja canson o cartulina negra, clips para sujetar papeles, alcohol, lugol, un mechero o calentador, una cacerolita, un plato blanco, una lata y agua.

02 Paso 1: Recorten círculos de canson o cartulina negra.
Paso 2: Tapan parcialmente algunas hojas de la planta con los círculos, de ambos lados, sujetándolos con clips.
Paso 3: Coloquen la planta a la luz y rieguela periódicamente.
Paso 4: Después de 4 o 5 días, retiren los círculos y separen las hojas de la planta.

05 Paso 5: Para reconocer el almidón elaborado por la planta, primero necesitan extraer la clorofila de las hojas. Para eso, hiervan las hojitas en un poco de agua durante 5 minutos y saquenlas con una pinza.
Paso 6: Observen los cambios en el aspecto de las hojitas.

08 Paso 7: Coloquen 3 o 4 cm de alcohol en una lata o vaso de precipitados y sumerjan allí las hojitas.
Paso 8: Introduzcan la lata en la cacerolita con agua bien caliente. Tengan cuidado de no acercarse al alcohol al fuego porque es inflamable.

10 Paso 9: Para reconocer el alimento se usa lugol, indicador color caramelo que cambia a negro violáceo cuando toma contacto con el almidón. Para eso, extraigan las hojas del alcohol y colóquenlas sobre un plato blanco.
Paso 10: Echen algunas gotas de lugol sobre las hojitas y observen la coloración del indicador.

1. ¿En qué paso del experimento se produjo el ablandamiento de las hojitas?
2. ¿Cuál fue el objetivo del procedimiento anterior?
3. ¿En qué paso se extrajo la clorofila del interior de las hojitas?
4. ¿En qué líquido quedó este pigmento?
5. ¿Qué relación encuentran entre los lugares que fueron tapados por los círculos, la luz y la presencia de almidón?
6. Lean cómo se presenta un informe de investigación escolar en la página siguiente y elaboren uno que contenga el objetivo, los procedimientos, los resultados y las conclusiones de esta actividad.

Figura 47. Ejemplo de una experiencia extraída del texto 1, para estudiar la nutrición en los vegetales

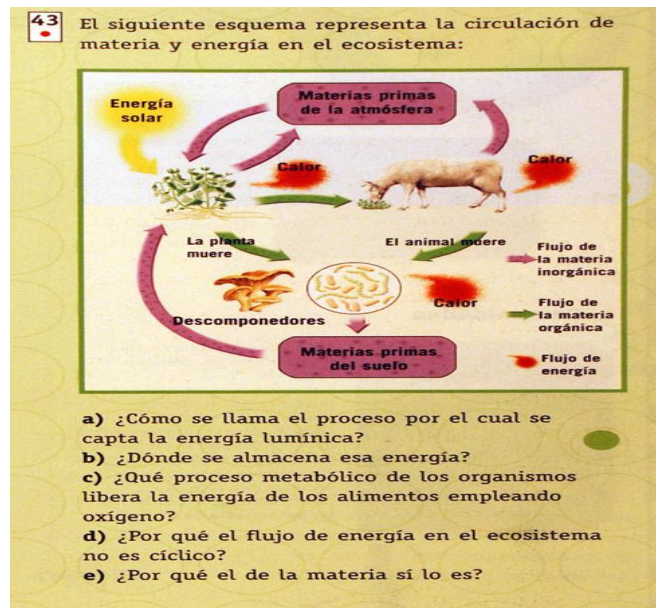


Figura 48. Ejemplo de un cuestionario extraído del texto 8, propuesto para la circulación de materia y energía en el ecosistema

En la Tabla 36 se puntualizan estas actividades o situaciones con respecto a cada uno de los textos; en la Tabla 37 se presentan las frecuencias obtenidas y sus respectivos porcentajes en la Figura 49.

Tabla 36
Situaciones presentadas en los distintos textos escolares

Texto N°	Situaciones
1	Se presenta en el desarrollo de los contenidos una actividad denominada “Experimentos y exploraciones para investigar sobre los espacios verdes, otro experimento para ver el funcionamiento de los inodoros y una experiencia de laboratorio para conocer como se nutren los vegetales. Se intercalan cuestionarios de pocas preguntas. Al finalizar se propone “Integrar lo aprendido” con cuestionarios y un problema.
2	Al comienzo del capítulo se presenta una experiencia de laboratorio para estudiar el acuaterario, y luego al finalizar se proponen “Actividades para probar los conocimientos”, “Para aplicar los conocimientos” y “Para reflexionar sobre los conocimientos” que consisten en preguntas y ejercicios de aplicación. También se propone un cuestionario para el debate.
3	Se intercalan cuestionarios en la presentación de los contenidos con distintas denominaciones: “¿Qué sabemos?”, “Abrimos la puerta al tema”, “Preguntas al instante”, “Para investigar” y “En síntesis”. También se presenta una experiencia de laboratorio para estudiar la población de levaduras al microscopio y analizar sus fluctuaciones en relación con el medio ambiente. Al finalizar el capítulo se proponen “Actividades para probar los conocimientos”, “Para aplicar los conocimientos” y “Para reflexionar sobre los conocimientos” que consisten en preguntas y ejercicios de aplicación. También se propone un cuestionario para el debate.
4	En el final de la presentación de cada uno de los temas tratados se propone una “Guía de lectura” que consiste en un cuestionario de pocas preguntas. Al finalizar el capítulo la actividad se denomina “Para poner en práctica” y “Test de comprensión”, con cuestionarios y ejercicios de aplicación.
5	Se presentan problemas y ejercicios de aplicación que se denominan “Para poner en práctica” y “Test de comprensión” con escasa ejercitación. No se proponen experiencias para realizar en el laboratorio.

6	Al finalizar el capítulo se presenta un “Taller de actividades” con ejercicios, cuestionarios y problemas relativos a los temas tratados, y dos experiencias de laboratorio para el estudio de la diversidad y el efecto de las mutaciones.
7	En el final de la presentación de cada uno de los temas tratados se propone una “Guía de lectura” que consiste en un cuestionario de pocas preguntas. Al finalizar el capítulo la actividad se denomina “Para poner en práctica” y “Test de comprensión”, con cuestionarios y ejercicios de aplicación.
8	Luego de la presentación de cada tema se proponen “Actividades” que consisten en cuestionarios de dos o tres preguntas. No se proponen experiencias para realizar en el laboratorio. Al finalizar el capítulo se presenta un cuestionario más extenso y una autoevaluación. Una actividad diferente consiste en la búsqueda de más información utilizando páginas web.
9	Al comienzo se presenta una actividad del laboratorio para comprender cómo influye el ambiente sobre los seres vivos que lo habitan. Un cuestionario y una actividad final con problemas.
10	Se proponen preguntas al comienzo del capítulo sobre el origen de la vida y su evolución y luego en las “Actividades finales”, que se presentan al concluir el capítulo, se sugiere volver a contestarlas. Se completan las actividades con un simple cuestionario y problemas.

Tabla 37

Frecuencias relativas a las distintas situaciones presentes en cada uno de los textos escolares

Texto N°	Problemas	Ejercicios	Cuestionarios	Experiencias de laboratorio	Total
1	1	0	6	3	10
2	2	0	2	3	7
3	3	0	5	0	8
4	1	0	8	0	9
5	1	0	8	0	9
6	0	5	4	2	11
7	4	0	2	1	7
8	0	0	9	0	9
9	2	0	8	1	11
10	3	0	3	0	6
Total	17	5	55	10	87

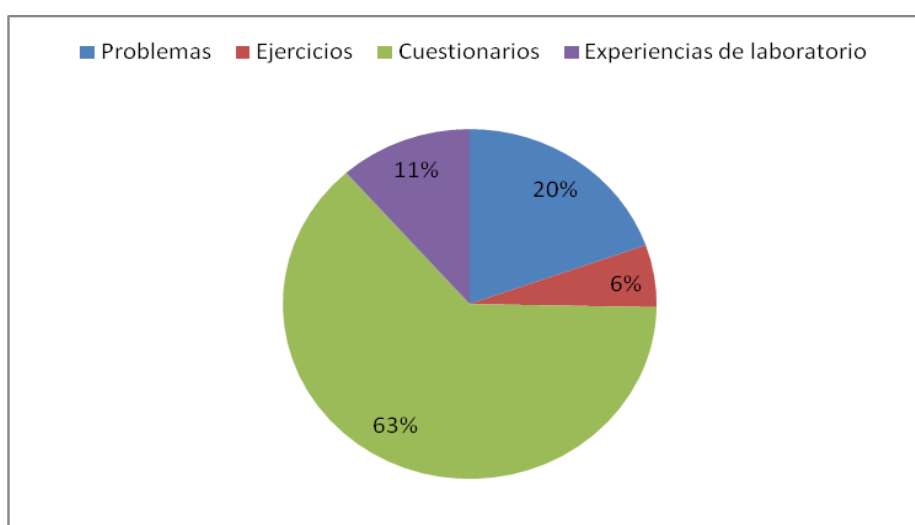


Figura 49. Gráfico de sectores para visualizar el porcentaje total de las diferentes situaciones, en los textos escolares

Al analizar esta categoría se observa que el 63% de las situaciones presentes en los textos corresponde a cuestionarios, el 20% a problemas, el 11% a experiencias de laboratorio y solo el 6% a ejercicios. Los textos 6 y 9 son los que presentan las mayores frecuencias para cada una de estas situaciones.

- **Acciones**

Posee una gran importancia, desde el punto de vista de la construcción del lenguaje matemático, la elaboración colectiva e individual de técnicas de cálculo y la automatización de las mismas, como el aprendizaje de rutinas algorítmicas. El algoritmo entendido como secuencia fija de pasos o de cálculos que nos conducen con seguridad al final requerido. Para esta categoría se consideran acciones a las *operaciones, algoritmos, diferentes técnicas de cálculo y procedimientos*.

Los textos analizados en este nivel escolar no presentan operaciones, ni algoritmos, tampoco diferentes técnicas de cálculo o procedimientos, solamente en el texto 8 figura la deducción de la ecuación referida a la estimación del tamaño poblacional (Figura 51), y en el texto 1, ecuaciones químicas para la fotosíntesis en los vegetales y para la respiración celular en los seres vivos (Figura 50).

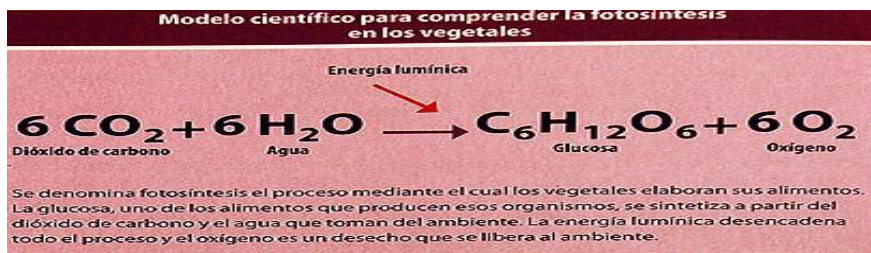


Figura 50. Ejemplo de ecuación química en el texto 1

Estimación del tamaño poblacional por captura-liberación-recaptura:

$$\frac{P}{C1} = \frac{C2}{R}$$

$$P = \frac{C1 \times C2}{R}$$

Figura 51. Ejemplo de la deducción de la ecuación referida a la estimación del tamaño poblacional, en el texto 8

- **Conceptos**

Según Vygotski (1993), todas las funciones psíquicas superiores comparten el rasgo de ser procesos mediatizados, es decir, incluyen en su estructura, como elemento central e indispensable, el empleo del signo como medio esencial de dirección y control del propio proceso. Con respecto a la formación de conceptos, ese signo lo constituye la palabra, que actúa como medio de formación de los conceptos y se convierte más tarde en su símbolo. La comunicación basada en la comprensión racional y en la transmisión premeditada del pensamiento y de las sensaciones exige necesariamente un determinado sistema de medios, modelo del cual ha sido, es y será siempre el lenguaje humano. Por lo tanto, el aprendizaje de la Biología requiere de un proceder didáctico que no puede ser sólo el formal reproductivo o memorístico, se requiere también otorgarle una gran importancia al proceder que ha de seguirse para la formación y desarrollo del pensamiento teórico, sobre cuya base se construyen los conceptos científicos sobre los fenómenos naturales. En particular la BP trata los conceptos de evolución, las variaciones genéticas y las interacciones de las estructuras en sus hábitats naturales, de los que se derivan también los conceptos de población, comunidades, especies e individuos.

Del análisis realizado a los diez textos propuestos se observa que no todos presentan las mismas definiciones para los conceptos biológicos, y cuando aparecen en algunos de ellos, suelen estar expresados de modo incompleto no favoreciendo la comprensión. A continuación se presentan en la Tabla 38, las diferentes definiciones dadas a los principales conceptos que se estudian en BP: evolución, especie y población en cada uno de los textos.

Tabla 38

Diferentes definiciones para los principales conceptos tratados en BP, en los textos escolares

Textos N°	Evolución	Especie	Población
1	No se menciona.	Se menciona pero no se define explícitamente.	No se menciona.
2	No se menciona.	Especies: conjuntos de individuos que constituyen una comunidad reproductiva, es decir que pueden aparearse y tener descendencia fértil.	Los individuos de una misma especie raramente viven aislados sino que constituyen poblaciones. Se define como una unidad de reproducción, es decir que en esta agrupación de individuos más o menos cohesionada resulta posible el libre apareamiento.
3	Cada medio, terrestre o acuático, tiene características particulares, y los seres vivos se adaptan a ellas y responden a sus variaciones con la adquisición de modificaciones morfológicas (de forma o de estructura), fisiológicas (de funcionamiento) y	Una especie es una categoría taxonómica, es decir, de clasificación de los seres vivos que agrupa a todos los individuos semejantes entre sí, capaces de reproducirse y de dejar descendencia fértil.	Cuando un conjunto de individuos de la misma especie habita simultáneamente en el mismo lugar, constituye una población.

	comportamentales (de comportamiento). Esto tuvo lugar a lo largo de miles o millones de años de evolución, por medio de la selección natural.		
4	La supervivencia a través del tiempo y las modificaciones resultan en la adaptación del individuo al ambiente en el que se desarrolla y, por lo tanto, en la evolución de las especies.	Especie: individuos con características similares, que pueden reproducirse entre sí.	Se menciona pero no se define explícitamente.
5	Se menciona pero no se define explícitamente.	Se menciona pero no se define explícitamente.	Una población es un conjunto de individuos interfértiles que habitan en un determinado espacio geográfico y comparten un conjunto de genes o acervo genético.
6	Al conjunto de cambios que van ocurriendo a lo largo de las generaciones y que terminan formando un tipo nuevo de ser vivos se lo llama evolución.	Una especie es un grupo de individuos con capacidad potencial de cruzamiento, es decir, pueden tener cría entre si y, a su vez, esas crías también pueden reproducirse.	Cuando los individuos de una especie comparten un lugar geográfico común, se dice que integran una población.
7	Adaptación a un ambiente cambiante.	Se menciona pero no se define explícitamente.	Se menciona pero no se define explícitamente.
8	No se menciona.	Especie biológica es un grupo de individuos interfértiles, ya que se reproducen entre sí, e interestériles respecto de los individuos de otras especies (no se reproducen con ellos).	Una población es un grupo de organismos de una misma especie biológica en relación con su ambiente.
9	El complejo proceso de cambio y transformaciones de los seres vivos a lo largo del tiempo geológico es lo que llamamos <i>evolución biológica</i> .	No se menciona.	No se menciona.
10	El aspecto primordial de la vida es el cambio y los cambios en la naturaleza estarían gobernados por tres premisas fundamentales: la influencia del ambiente sobre el desarrollo de ciertos órganos, la modificación estructural ocasionada por el uso o por el desuso de alguna parte del cuerpo, la herencia de los caracteres adquiridos.	El termino especie se utiliza para definir al grupo de poblaciones que pueden reproducirse entre sí y dar descendencia fértil.	Población: individuos de una misma especie que viven en la misma región geográfica.

En la mayoría de los textos se define el concepto de evolución, excepto en los textos 1, 2 y 8 en los que no se menciona. Los textos 1 y 9 no mencionan el concepto de población. Los textos 2, 3, 4, 6, 8 y 10 definen especie en forma similar a la dada por Mayr (1942) como el grupo natural de individuos que pueden cruzarse entre sí, pero que están aislados reproductivamente de otros grupos afines. Las definiciones son claras y correctamente enunciadas, se adecuan al nivel educativo propuesto.

- **Propiedades y leyes**

Se ha pensado que una básica aunque adecuada formación matemática, podría ayudar al biólogo a entender algunas leyes y principios de la Biología. Sin embargo, desde la Filosofía de la Biología, se proponen posturas opuestas a este respecto, ¿existen o no leyes en las ciencias biológicas? Una postura es la denominada “tesis de la contingencia evolutiva” (Lorenzano, 2007), constituye un análisis modal del concepto de ley nómica o natural y considera que un enunciado es una ley si expresa algo más que una regularidad verdadera, no basta con ser universal sino que debe poseer necesidad natural o nómica. Además considera que las generalizaciones del mundo viviente (Beatty, 1997; citado en Lorenzano, 2007), son de dos tipos: generalizaciones matemáticas, físicas o químicas o consecuencias deductivas de esas generalizaciones o, bien generalizaciones distintivamente biológicas. Las primeras no son leyes de la Biología y las segundas describen resultados contingentes de la evolución y por ello carecen de necesidad natural, por lo que tampoco deberían considerarse leyes de la naturaleza. Gould (1989) distingue dos sentidos de contingencia evolutiva, es decir, en los que los agentes de la evolución pueden romper las reglas o en los que la naturaleza falla en garantizar la verdad de las generalizaciones. El sentido débil, considera que las condiciones de predominancia evolutiva de un rasgo particular pueden cambiar, hasta su declinación por mutación, selección natural o deriva de las frecuencias génicas en poblaciones o entre genotipos relativamente equivalentes y, el sentido más fuerte o contingencia de alto nivel, se refiere a la falla de las circunstancias de determinar inequívocamente el resultado. La evolución puede conducir a resultados distintos aunque se parta del mismo punto, como la mutación por azar, la equivalencia funcional o la deriva por azar de las frecuencias génicas en pequeñas poblaciones. En contrapartida, la postura que defiende las leyes o principios en Biología, las considera con la cualidad de ser explicativas y las clasifica en dos tipos: las empíricas (no universales y contingentes) de necesidad nómica limitada, por ejemplo el principio de selección natural y, las no-empíricas (explicativas y predictivas), (Brandon, 1997, Sober, 1984, Elgin, 2003, citado en Lorenzano, 2007). Las leyes en BP son posteriores a las físicas o químicas, esto se debe en gran parte porque esta rama biológica es más reciente y también lo son las investigaciones que la nutren. Son leyes que describen situaciones idealizadas, que poseen muchas excepciones, no precisan dar explicaciones y se aplican a un amplio conjunto de situaciones del mundo real.

En los textos analizados no se enuncian explícitamente ni principios ni leyes referidas a la BP, con excepción del texto 3 que expresa los cuatro principios de Lamarck, los principios de la teoría de la Evolución, de la teoría sintética y también nombra la Ley de Hardy-Weinberg que hace referencia al equilibrio genético de las poblaciones. Se observa que en la mayoría de los textos escolares no se hace referencia explícita de principios o de leyes biológicas, evidenciando la adopción de la tesis de la contingencia evolutiva por los autores de los mismos.

- **Argumentos**

Los argumentos lógico-rationales se utilizan en todos los textos, como por ejemplo razonamientos por analogía, por generalización o sintomáticos. También se utilizan las ejemplificaciones y reformulaciones cuando se presenta un caso concreto del contenido abordado con el objetivo de ilustrarlo, o cuando se vuelve a explicar la idea utilizando otras palabras.

C.2 Idoneidad semiótica

Se refiere al grado en que las configuraciones didácticas permiten la identificación de los posibles conflictos semióticos. Estos pueden ser de dos tipos: los *conflictos potenciales* que pueden ser detectados potencialmente a priori o los detectados durante el proceso de instrucción mediante la negociación de significados que corresponden a los conflictos *efectivos* y *residuales*. A continuación se comentan los conflictos *potenciales* detectados en el análisis a priori efectuado a los textos seleccionados.

Con respecto al lenguaje:

- En la conversión de tablas de valores a gráficas cartesianas, se produce una serie de imágenes mentales de la gráfica que influyen en el proceso de representación. Si matemáticamente no se ha trabajado estableciendo relaciones entre estos dos tipos de representaciones no se puede generar la función semiótica deseada y por lo tanto pueden observarse posibles conflictos semióticos, como en los textos 3 y 6, en los cuales no se presenta este tipo de conversión.
- Cuando el lenguaje simbólico no se corresponde con el lenguaje coloquial o está ausente, puede producirse un desajuste en la traducción generando una disparidad en la función semiótica correspondiente, por ejemplo en el uso del símbolo ADN presentado en los textos 5, 6 y 10 el cual no está aclarado.
- Si desde la formación química, no se ha trabajado con la notación simbólica de compuestos químicos, se produce un desajuste entre el significado (contenido) y el significante (expresión), no se puede establecer la función semiótica ya que al desconocer el símbolo no se conocen las reglas o convenios que lo definen, esto puede presentarse en los textos 1, 2, 3, 4 y 8 en los cuales figuran por ejemplo los compuestos CO, H₂SO₄, CH₄ sin su traducción correspondiente en el lenguaje coloquial.

Con respecto a las imágenes:

- Si no se brindan apoyos para comprender los significados de los símbolos en las ilustraciones sintácticas, se pueden producir confusiones entre la realidad proyectada, la que constituye el plano figurativo, y la conceptualización que conforma al plano simbólico (Perales et al., 2002) Esta dificultad propicia un posible conflicto semiótico cuando no se logra separar los planos figurativo y simbólico, ya que se exige un mayor conocimiento del código simbólico en las imágenes de menor grado de iconicidad. Este conflicto se presenta por ejemplo en los textos 5 y 6.
- Si los diagramas cartesianos o las RGC se presentan con ausencia de leyendas o

desvinculadas del texto explicativo esto puede generar un posible conflicto semiótico ya que dificulta su lectura, interpretación y uso. Se observan en los textos 3, 4, 5, 6 y 9.

Con respecto a la idoneidad:

- El texto 10 puede ocasionar un posible conflicto semiótico al definir a los componentes no vivos de la biosfera como “cuerpos de agua” (ríos, lagos u océanos). En este caso, se hace referencia a un componente estructural del ecosistema, un factor abiótico, que al mismo tiempo es funcional, pues interviene en el ciclo de la materia y la energía. En consecuencia, puede ser analizado desde el ecosistema a la biosfera.

C.3 Idoneidad ecológica

La idoneidad ecológica se refiere al grado de adaptación curricular del proceso de estudio, a las condiciones del entorno social-profesional, a la apertura hacia la innovación, a las limitaciones económicas, a las directrices en política educativa, etc., en que se implementa. También se tienen en cuenta las relaciones que se establecen con otros contenidos dentro de la misma Biología y con otras disciplinas. En este trabajo para la valoración de la idoneidad ecológica, se consideran las siguientes componentes o indicadores: adaptación al currículo y conexiones intra e interdisciplinarias.

- **Adaptación al currículo**

En abril de 1993, se sancionó en la República Argentina, la Ley Federal de Educación N° 24195, la cual planteó cambios sustantivos y profundos al Sistema Educativo Nacional, regido hasta entonces por la ley de Educación Común N° 1420 sancionada en 1884. La nueva Ley proponía elevar la calidad de la educación y alcanzar mayores niveles de justicia social y de equidad en la distribución de saberes y conocimientos. Esta estructura del Sistema Educativo Argentino, se implementó en forma gradual y progresiva, atendiendo a la siguiente organización estructural:

- *Educación inicial*: Jardín de Infantes, de 3 a 5 años de edad, siendo obligatorio el último año.
- *Educación general básica (E.G.B.)*: Unidad pedagógica integral y obligatoria, organizada en tres ciclos (1° ciclo, 2° ciclo y 3° ciclo), con una duración de nueve años, a partir de los 6 años de edad.
- *Educación Polimodal*: Posterior al cumplimiento de la EGB, con una duración de tres años (1° año, 2° año y 3° año), a partir de los 15 años de edad. No obligatoria.
- *Educación Superior*: Profesional y académica de grado, cuya duración será determinada por las diversas instituciones. No obligatoria.

La Educación Polimodal fue propuesta como alternativa para la superación de la problemática de la denominada "enseñanza media" o "secundaria" y trató de dar respuestas a las demandas de la sociedad en cuanto a la previsión social y académica para el acceso a los estudios superiores; a la preparación para la vida laboral; a la incorporación de los avances científicos y tecnológicos, imprescindibles para una

formación general actualizada y un eficiente desempeño productivo; y a la necesidad de desarrollar competencias fundamentales que se ponen en juego en una multiplicidad de situaciones y ámbitos de la vida, integrando y articulando saberes de distinta naturaleza y características. La aplicación de esta ley llevó a una multiplicidad de formatos de educación Polimodal impidiendo la homogeneidad a nivel de país lo cual se tradujo, según los estudios propuestos por el propio gobierno actuante, en inequidad propedéutica y de formación de capacidades para el desempeño personal y social.

En diciembre de 2006 se sancionó y promulgó la Ley de Educación Nacional N°26206 en la cual se propone una estructura unificada para el Sistema Educativo Nacional argentino asegurando ordenamiento y cohesión en todo el país. La estructura propuesta comprende cuatro niveles: la Educación Inicial, la Educación Primaria, la Educación Secundaria y la Educación Superior. El sistema educativo en general, se propuso con opciones organizativas y/o curriculares de la educación común, dentro de uno o más niveles educativos, que procuran dar respuesta a requerimientos específicos de formación. Así las opciones son: la Educación Técnico profesional, la Educación Artística, la Educación Especial, la Educación Permanente de Jóvenes y Adultos, la Educación Rural, la Educación Intercultural Bilingüe, la Educación en Contextos de Privación de Libertad y, la Educación Domiciliaria y Hospitalaria. “A partir de la sanción de esta ley se inicia una nueva etapa que amerita quizás mayor tiempo de análisis en su implementación. Postula que la educación debe garantizar la igualdad, gratuidad y equidad para todos los sectores sociales y plantea un papel activo del estado en la definición de los contenidos, de los resultados, de la formación docente y de la evaluación; así como la necesidad de su intervención cuando se planteen situaciones de emergencia” (Ferrero de Roqué, 2012, p.11).

Esta nueva estructura del Sistema Educativo Argentino, se implementa en forma gradual y progresiva seis años después de su sanción, a partir del año 2012 se determina efectivamente que la:

- *Educación inicial*: se constituya en una unidad pedagógica y comprende a los/as niños/as desde los cuarenta y cinco días hasta los cinco años de edad inclusive. Se declara la obligatoriedad escolar para los niños/as de cinco años de edad.
- *Educación Primaria*: obligatoria, constituye una unidad pedagógica y organizativa destinada a la formación de los niños/as a partir de los seis años de edad.
- *Educación Secundaria*: obligatoria, constituye una unidad pedagógica y organizativa destinada a los/as adolescentes y jóvenes que hayan cumplido con el nivel de Educación primaria. Se divide en dos ciclos: un Ciclo Básico, de carácter común a todas las orientaciones y un Ciclo Orientado, de carácter diversificado según distintas áreas de conocimiento, del mundo social y del trabajo.
- *Educación Superior*: Profesional y académica de grado, cuya duración será determinada por las diversas instituciones. Comprende Universidades e Institutos Universitarios, estatales o privados autorizados, en concordancia con la ley N° 24521, e Institutos de Educación Superior de jurisdicción nacional, provincial o de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de gestión estatal o privada. No obligatoria.

Tabla 39

Diferentes estructuras del sistema educativo argentino según las leyes de educación

	Ley N° 1420/1884	Ley N° 24195/1993	Ley N° 26206/2006
E S T R U C T U R A	Jardín de infantes: para niños de 5 años, no es obligatorio.	Educación inicial: de 3 a 5 años de edad, siendo obligatorio el último año.	Educación inicial: de 45 días a 5 años de edad, siendo obligatorio el último año.
	Educación Primaria: obligatoria a partir de los 6 años de edad. Estructurada en siete grados.	Educación general básica (E.G.B.): obligatoria a partir de los 6 años de edad. Estructurada en tres Ciclos y nueve años: E.G.B.1 (1°, 2° y 3° año), E.G.B.2 (4°, 5° y 6° año) y E.G.B.3 (7°, 8° y 9° año)	Educación Primaria: obligatoria a partir de los 6 años de edad. Estructurada en seis o siete años.
	Educación Secundaria: no se establece.	Educación Polimodal: a partir de los 15 años de edad. Estructurada en tres años con diferentes modalidades. No es obligatoria.	Educación Secundaria: obligatoria y destinada a alumnos que finalizaron la educación primaria, se estructura en cuatro o cinco años.

En el periodo intermedio desde la sanción a la implementación (2006-2012), el Ministerio de Educación de la Nación en un trabajo federal, reuniendo representantes de todas las provincias, elaboró un documento curricular para ordenar los saberes al interior del territorio nacional y que se conoció como Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAPs). Este documento, destinado a la educación Inicial, Primaria y los primeros años de la Secundaria (1° y 2°), establece los mecanismos de renovación periódica total o parcial de los contenidos curriculares comunes y “enfatisa los criterios de progresividad, conexión vertical y horizontal, coherencia y complementariedad de aprendizajes prioritarios, al mismo tiempo que otros criterios” (Ferrero de Roqué, 2012, p.11).

Los documentos orientativos para el quehacer en el aula, expresan con énfasis que la expresión de *saberes* representa aprendizajes fundamentales que involucran contenidos, formas culturales, lenguajes, valores, destrezas, actitudes, procedimientos y prácticas organizados en un sentido formativo en función de la capacidad a desarrollar.

En particular, en la provincia de Mendoza, las instituciones responsables de la Educación Secundaria se diferencian en tres grandes grupos: *colegios de la universidad* que dependen de la Universidad Nacional de Cuyo, con diseño curricular propio; *colegios privados* y *escuelas provinciales públicas* que reciben aportes y sugerencias curriculares dados por la Nación siguiendo formatos curriculares desde los NAPs (Núcleos de Aprendizajes Prioritarios) y por la Jurisdicción Provincial desde la Dirección General de Escuelas (DGE), quien contribuye con jornadas de intercambio y capacitación en espacios curriculares determinados y con la edición de documentos de extensión curricular para favorecer la implementación de los NAPs en aula.

Respecto al estudio que nos ocupa, en los dos primeros años de la escolaridad secundaria, el área en Ciencias Naturales continúa en la propuesta curricular,

sosteniendo saberes provenientes del campo de la Física, la Química, la Biología y las Ciencias de la Tierra. Los *saberes indispensables* propuestos son aquellos que favorecen pensar la igualdad en el acceso a los bienes culturales de todos los estudiantes, en todas las escuelas, con propuestas de enseñanza variadas y enriquecidas por el sentido innovador que aportan las nuevas tecnologías, en las que el aprendizaje se produzca en distintos espacios y tiempos, con diversas experiencias escolares, nuevos sentidos, diferentes formas, esfuerzo y creatividad, para el logro de aprendizajes equivalentes. Estos *saberes indispensables* podrán ser ampliados, profundizados o reorganizados en el marco de acuerdos institucionales, más no eliminados.

A continuación, en la Tabla 40 se presentan los *saberes indispensables* definidos para primero y segundo año de la escolaridad Secundaria en el área de Ciencias Naturales, que refieren al eje “En relación con los seres vivos: Diversidad, unidad, interrelaciones y cambios”, pues se vinculan estrechamente con nuestro trabajo de investigación. Estos saberes figuran en el Documento: “*Saberes indispensables para el Ciclo básico de la Educación Secundaria, Materiales de acompañamiento al Docente*”, el cual fue entregado a docentes de la provincia de Mendoza en el año 2012.

Tabla 40

Saberes indispensables de primero y segundo año en el área de Ciencias Naturales

Saberes Indispensables-Ciencias Naturales-Primer año
<ul style="list-style-type: none"> ● Interpretar las teorías que explican el origen de la vida y su vínculo con las características que definen a los seres vivos. ● Interpretar el modelo de célula como unidad estructural, funcional y de origen de todos los seres vivos propuesto por la Teoría Celular. ● Reconocer la diversidad celular (procariota-eucariota, animal-vegetal). ● Describir algunas funciones vitales en el nivel celular en relación con los principales componentes celulares involucrados. ● Caracterizar la función de relación, autorregulación y control en los seres vivos, asociada con los cambios en los ambientes interno y externo. (Como en animales ectodermos y endodermos, tropismos y nastias en vegetales, por ejemplo). ● Analizar situaciones sencillas que evidencien procesos de captación, procesamiento de la información y elaboración de respuestas que involucran regulación nerviosa y/o endocrina en el organismo humano. ● Identificar diversos criterios para la clasificación de los seres vivos y en particular los utilizados desde la perspectiva de la división clásica en cinco reinos. ● Reconocer la importancia de la preservación de la biodiversidad desde los puntos de vista ecológico, evolutivo, científico y económico.
Saberes Indispensables-Ciencias Naturales-Segundo año
<ul style="list-style-type: none"> ● Caracterizar la función de reproducción en los seres vivos en sus variantes sexual y asexual. ● Identificar las estructuras y procesos relacionados con la reproducción humana. ● Reconocer las diversas dimensiones de la sexualidad humana (aspectos psicológicos, biológicos, socio-culturales, filosóficos, éticos) y la importancia de la toma de decisiones responsables y basada en los derechos sobre la salud sexual y reproductiva. ● Analizar los procesos de la reproducción celular: mitosis y meiosis. ● Interpretar los mecanismos hereditarios propuestos por Mendel. ● Reconocer el papel de los cromosomas en la herencia. ● Interpretar las teorías científicas que explican la evolución de las especies y la adaptación de los organismos al ambiente. ● Interpretar algunas temáticas científicas actuales que generan debates en la sociedad (clonación, alimentos transgénicos, huellas de ADN, etc.).

Se podrá advertir que los saberes: *Reconocer la importancia de la preservación de la biodiversidad desde los puntos de vista ecológico, evolutivo, científico y económico (1º Año)*; *Interpretar las teorías científicas que explican la evolución de las especies y la*

adaptación de los organismos al ambiente; e Interpretar algunas temáticas científicas actuales que generan debates en la sociedad (clonación, alimentos transgénicos, huellas de ADN, etc.), de 2º año, contribuyen a la formación de capacidades propuestas por estos mismos documentos. De las capacidades enunciadas rescatamos: “La interpretación y la resolución de problemas significativos de saberes y habilidades del campo de la ciencia escolar, para contribuir al logro de la autonomía en el plano personal y social” y, “ofrecer situaciones que despierten el interés, la identificación, la reflexión crítica y la implicación en problemas científicos actuales de relevancia social, y significativos para los estudiantes, como los vinculados al ambiente y la salud, utilizando conocimientos científicos, a partir de una reflexión crítica y un abordaje propositivo”. Estas expresiones en los documentos curriculares son referentes para los diseños curriculares de aula, donde se abordan características y clasificación de seres vivos, como así también la interacción entre sí y con el ambiente, desde una mirada actual y retrospectiva anclada en la continuidad de los seres vivos y su evolución.

En el año 2013 los contenidos mencionados anteriormente y que hacen a la BP propuestos en 1º y 2º año de la escolaridad Secundaria, fueron trasladados a 4º año de la Educación Secundaria (que se denominó durante varios años 2º año de Polimodal). Estos contenidos derivan de anteriores propuestas curriculares aceptadas y no modificadas en la implementación de la actual Ley de Educación Nacional.

En el espacio curricular Biología de 4º año de Educación Secundaria, se propone concluir o afianzar la formación de los siguientes saberes:

- Interpretar las hipótesis del origen de la vida y las teorías actuales acerca de los procesos relacionados con la evolución de las poblaciones e interpretar las principales evidencias que las fundamentan.
- Establecer aproximaciones a teorías o principios que explican el origen y evolución de la vida en la Tierra, estableciendo relaciones con los procesos de cambio y continuidad genética de la misma, que permita ejercer una capacidad de decisión informada frente a los problemas que plantean la conservación del medio ambiente.
- Analizar los retos del desarrollo humano, en especial los procesos de deterioro ambiental y las alternativas para el manejo de los recursos de la biosfera

Los contenidos curriculares propuestos por los documentos jurisdiccionales vigentes para este año de escolaridad están expresados en la Tabla 41.

Tabla 41
Contenidos curriculares de Biología para 4º año de Educación Secundaria

Eje n° 1: Los sistemas ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Los sistemas naturales desde un enfoque ecológico: Conceptos de ecología, especie y evolución. - Poblaciones: Modelos de crecimiento. Factores que modifican el crecimiento, la densidad, la distribución. Adaptaciones y estrategias reproductivas. - Comunidad: Concepto. Tipos. Interacción entre poblaciones: diversidad. - Relaciones entre especies: intraespecíficas e interespecíficas. - Ecosistema: concepto y tipos. Nicho ecológico y hábitat. - Tramas tróficas: ciclos de la materia y flujo de la energía. Niveles tróficos, eficacia ecológica, pirámide energética, biomasa. - Ciclos biogeoquímicos. - Sucesión ecológica.
Eje n° 2: Genética de Poblaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Especiación. Evolución histórica del concepto de especie para diferentes organismos. Genética de poblaciones. La variabilidad genética. Las mutaciones. - El origen de las nuevas especies: principales modelos. Patrones macroevolutivos. Cambio gradual frente a equilibrios discontinuos. Principales radiaciones adaptativas y extinciones masivas, sus causas y consecuencias. - Mecanismo hereditario en los diferentes grupos: organismo humano, animales, plantas, microorganismos. Variabilidad y su cuantificación. Equilibrio de Hardy-Weinberg. Superioridad de los heterocitogots. - Selección natural y artificial. - Mecanismos de la variabilidad. Transgenia.
Eje n° 3: Población Humana y ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - La selección natural como hipótesis central de la Teoría evolutiva. Deriva genética, migración, endogamia. - Evolución de la especie humana y su dispersión. Evolución biológica y cultural. - Modelos de crecimiento y de regulación de la población humana. Innovaciones tecnológicas. Impacto ambiental. Discusiones actuales. Efectos antrópicos.

Tabla 42
Contenidos que figuran en el índice de los capítulos o bloques referidos al campo de BP en cada uno de los textos escolares

Texto N°	Contenidos
1	<p>Capítulo 12: La evolución de la vida. <i>La diversidad de los seres vivos y su explicación.</i> Las características adquiridas no se heredan. La teoría de la evolución por selección natural. Los cambios en el material hereditario: la variabilidad genética. <i>Los mecanismos de la selección natural.</i> La lucha por la supervivencia. La carrera armamentista. La selección sexual. <i>La adaptación y la formación de nuevas especies.</i> Las causas de la especiación. <i>Las evidencias de la evolución.</i> Los procedimientos. La clasificación de la biodiversidad. <i>No toda la evolución es gradual.</i> Divulgación científica. La teoría de la evolución, hoy. Taller de actividades. Revisión.</p>
2	<p>Bloque 1 Capítulo 3: Origen de la vida y evolución. El subsistema biosfera. Propiedades fundamentales de los seres vivos. Una explicación para la diversidad de los organismos. Las primeras explicaciones científicas para la evolución. La selección natural. Las observaciones de Darwin. La explicación de Darwin. Los postulados de la teoría darwinista. El origen de la variabilidad. Algo más sobre genes. Recombinaciones génicas. Mutaciones. Flujo génico y deriva génica. Selección sexual. La evolución de la evolución. Como surge una nueva especie. Mecanismos de aislamiento reproductivo. Gradualmente o saltando? Extinción. La evolución del hombre. El origen de la vida. Simulación experimental de las condiciones de la Tierra primitiva. Los compuestos orgánicos y los organismos unicelulares. Heterótrofos y autótrofos; anaeróbicos y aeróbicos. De una célula a muchas células.</p>
3	<p>Capítulo 9: La evolución de la vida Leo ciencias: Curiosas derivaciones de la Teoría de la Evolución. Las ideas preevolucionistas. El pensamiento de Lamarck. La teoría de Darwin y Wallace. Información gráfica: El viaje del Beagle. Principios de la Teoría Sintética. La evolución humana. Los ancestros del hombre moderno. Casos y conceptos: las pruebas de la evolución. Procedimientos de trabajo: Análisis del registro fósil. Test de comprensión.</p>

4	La Tierra y la vida: cambio y evolución Capitulo 9: Evolución planetaria y biológica - Los Fósiles. La estratigrafía. El tiempo geológico. La evolución biológica. Los aportes de Lamarck y Darwin. Aprender a estudiar Ciencias naturales: Interpretación de huellas. - En resumen. Actividades. Autoevaluación.	
5	Sección III: Los seres vivos y el ambiente Capitulo 10: Dinámica de los ecosistemas Exploramos nuestros conocimientos. Introducción al estudio de los ecosistemas. Los seres vivos y el medio. Las especies en el ecosistema. Ciclos biogeoquímicos. Ecología de las poblaciones. Evolución de los ecosistemas. El ser humano en los ecosistemas. Actividades	
6	Sección III: Los Seres vivos y el ambiente Capitulo 10- La Estructura de los ecosistemas Exploramos nuestros conocimientos. El ecosistema: estructura y tipos. Poblaciones y comunidades. Estrategias adaptativas de plantas y animales. Ecosistemas aeroterrestres I: características y adaptaciones. Ecosistemas aeroterrestres II: clasificación y alteraciones. Ecosistemas acuáticos I: características y adaptaciones. Ecosistemas acuáticos II: clasificación y alteraciones. Actividades.	
7	Capitulo 6: Ecosistemas y biomas Ciencias: La isla de Pascua: una lección sobre el medio ambiente. Factores físico químicos que influyen en un ecosistema. Ecosistemas marinos. Ecosistemas de agua dulce. Información grafica: las lagunas encadenadas de Chascomus. Los biomas. Los ecosistemas artificiales y su impacto en el ambiente. Casos y conceptos; contaminación del agua y del aire. Procedimientos de trabajo: campana de preciclaje de residuos. Test de comprensión.	
8	Capitulo 13: Poblaciones, comunidades y ecosistemas ¿Que es la ecología? Los organismos y el ambiente. Especies y poblaciones. El tamaño de las poblaciones. El crecimiento de las poblaciones. Interacciones entre especies. Red trófica de la comunidad. Flujos de materia y energía en el ecosistema. Aprender a estudiar Ciencias naturales: elaboración y uso de mapas conceptuales. Actividades de evaluación. En resumen. Mundo y ciencia.	
9	I. La naturaleza a nuestro alrededor. Capitulo 3: La vida: continuidad y cambio. Evolución. Ecosistemas y biomas Los seres vivos y el medio ambiente cambian. ¿Que significa seleccionar? La selección natural. La evolución. Selección artificial. Darwin o Lamarck. La Tierra hace 3500 millones de años. Los orígenes de la vida en la Tierra. Desde los primeros organismos hasta la actualidad. Los organismos pluricelulares. Las pruebas de la evolución.	
10	Parte III. La vida y el ambiente. Capitulo 7: La vida en el barrio Los habitantes más comunes de las ciudades. Los animales en el barrio. Las plantas en el barrio. Los hongos en el barrio. ¿Por qué cuidar los espacios verdes? Los sistemas en las Ciencias naturales. La composición de un sistema. La clasificación de los sistemas. La regulación en los sistemas. ¿Cómo funciona un inodoro? Un organismo como sistema de estudio. Las características de los seres vivos. Las funciones vitales y la perpetuación de la vida. La función de relación. La función de reproducción. La función de nutrición. Esto decía Joseph Priestley. ¿De qué se alimentan los vegetales? Los informes de las investigaciones esclares. Integrar lo aprendido.	

Aunque existen diferencias significativas en la presentación y tratamiento de los contenidos que figuran en los textos (Tabla 42), se observa que se corresponden con los propuestos en los distintos niveles de especificación del currículo, por lo tanto se adaptan al currículo nacional, jurisdiccional e institucional de 1° y 2° año de la Educación Secundaria.

- **Conexiones intra e interdisciplinarias**

En el Diseño Curricular jurisdiccional propuesto en el año 2008 por la Dirección General de Escuelas (Provincia de Mendoza), sostenido y enriquecido actualmente en

sus enunciados, expresa que “la función social de la escuela debe ser la de formar a los alumnos para comprender la realidad e intervenir en ella, lo cual implica tener que enseñar para la complejidad, o sea, aproximarse a ella desde un enfoque globalizador”. De este modo, la lógica de las disciplinas que conforman el área de Ciencias Naturales contribuye a la formación de capacidades para resolver problemas que demandan integración, miradas holísticas como en casos de impacto ambiental en diferentes procesos o problemas de análisis e interpretación de la evolución, cambio y equilibrio de diversos sistemas. Los campos del saber que integran esta área están íntimamente relacionados en los conocimientos científicos, en el paradigma desde el que se interroga a la realidad y en el campo de transferencia y aplicación de estos conocimientos. Los saberes disciplinares se transforman en instrumentos que sirven para entender una realidad compleja constituida por diversos factores que exigen la concurrencia de distintas disciplinas.

El desempeño de los estudiantes en general, según estadísticas construidas y analizadas por las mismas instituciones escolares, arroja resultados no satisfactorios en cuanto a la formación de capacidades, e inclusive en cuanto al desempeño competente sosteniendo conceptos científicos relativamente sencillos y altamente estructurantes.

La capacidad de analizar el medio ambiente, de interpretar interacciones entre diversas poblaciones, de reconocer el impacto de la fragmentación de poblaciones y la posible consecuencia de las depresiones endogámicas, de la labilidad ecosistémica ante la pérdida de biodiversidad, conduce a pensar que si bien estos saberes son abordados de modo sincrónico y diacrónico en la educación secundaria (por la interacción didáctica de diversas disciplinas), hay falencias, probablemente, en las relaciones potenciadas por el mismo currículum, en el modo de tratamiento de los contenidos en el aula o en dificultades en la presentación de los mismos en los soportes de ciencia escolar.

De la lectura de las capacidades, saberes y contenidos, se puede rescatar que hay una expresión diacrónica para construir saberes que definitivamente soporten competencias de promoción, preservación y solución de los problemas ambientales vinculados a la biodiversidad y la dinámica de poblaciones. Ahora bien, desde el espacio curricular Matemática, según lo expresado en los NAPs (2006) y los diversos documentos jurisdiccionales para acompañamiento del docente (2008, 2012, 2014) para Primer y Segundo año de educación secundaria básica, las capacidades y saberes enunciados son amplios y estructurantes en la formación.

Tabla 43
Saberes Indispensables de Matemática para Primer y Segundo año de Educación Secundaria

Saberes Indispensables- Matemática-Primer año
Capacidad: <ul style="list-style-type: none">• Interpretación y elaboración de información estadística en situaciones problemáticas.
Saberes: <ul style="list-style-type: none">- Organizar conjuntos de datos discretos y acotados para estudiar un fenómeno, comunicar información y tomar decisiones, analizando el proceso de relevamiento de los mismos.- Identificar variables (cualitativa y cuantitativa), organizar los datos y construir distintos tipos de gráficos adecuados a la información a describir, utilizando recursos informáticos.
Saberes Indispensables-Matemática-Segundo año
Capacidades <ul style="list-style-type: none">• Interpretación y elaboración de información estadística en situaciones problemáticas.• Reconocimiento y uso de la probabilidad como un modo de cuantificar la incertidumbre en situaciones problemáticas.
Saberes: <ul style="list-style-type: none">- Organizar conjuntos de datos discretos y acotados para estudiar un fenómeno, comunicar información y tomar decisiones, analizando el proceso de relevamiento de los mismos.- Identificar variables (cualitativa y cuantitativa), organizar los datos y construir distintos tipos de gráficos adecuados a la información a describir, utilizando recursos informáticos.- Interpretar el significado de la media, mediana y la moda para describir los datos en estudio.- Comparar las probabilidades de diferentes sucesos incluyendo casos que involucren un conteo ordenado sin necesidad de usar fórmulas.- Identificar la frecuencia relativa de un suceso mediante experimentación real o simulada y compararla con la probabilidad teórica (usando tablas de números al azar que podrían ser generadas con algún programa o método ideado por los alumnos).- Construir el concepto de probabilidad de un suceso a partir del estudio de frecuencias relativas de los valores de una variable de estudio de un fenómeno observado, una cantidad grande de veces.- Evaluar la razonabilidad de una inferencia considerando datos estadísticos obtenidos a partir de una muestra.

Si bien la lectura de las Tablas 42 y 43, advierte los diversos modos de expresión para las diferentes áreas, las señales de cómo actuar en aula en cuanto sugerencia y mandato forman parte expresiva y descriptiva de los mismos documentos.

Más allá de las variaciones lingüísticas en las presentaciones, es claro advertir que desde la Matemática se soportan saberes hacia las Ciencias Naturales en general, y en este caso a la BP y los contextos ecosistémicos en particular, necesarios para la formación de un ciudadano competente. En general, en todos los años se tiene en cuenta las implicancias sociales y éticas de la investigación en Biología y de los productos teóricos y materiales que de ella se derivan. Los contenidos seleccionados apuntan así, a que los estudiantes desarrollen conocimientos y herramientas de pensamiento que les permitan tomar decisiones responsables sobre cuestiones relacionadas con los fenómenos biológicos, y el desarrollo científico y tecnológico en este campo. En particular, se propone abordar las implicancias relacionadas con la salud, con el ambiente y con la manipulación genética.

3.2.5 Síntesis de resultados

Tras la realización del análisis ontosemiótico de las diferentes propuestas didácticas seleccionadas para el nivel Secundario, se enuncian los siguientes resultados:

- **Con respecto a la pertinencia**

Los textos de Biología en los capítulos de BP, presentan en promedio un 93% de signos naturales frente a un 7% de signos artificiales. Dentro de la clasificación para los signos artificiales, el mayor porcentaje (87%) corresponde a los signos propiamente artificiales, le siguen con un 7% los signos gráficos únicos, con 4% los signos compuestos por varias letras y con un 2% las figuras. Los signos estrictamente artificiales y los términos no figuran en estas propuestas editoriales.

Para la clasificación propuesta a las representaciones gráficas en *diagramas, gráficas, mapas e ilustraciones*; se observó que el 88% corresponde a las ilustraciones, el 5% a los mapas, el 4% a las gráficas y el 3% a los diagramas.

De los diagramas hallados, el 45% corresponde a los organigramas, el 25% a mapas conceptuales, el 20% a esquemas y el 5% tanto para los cuadros sinópticos como para los diagramas de flujo. En todos los textos las gráficas figuran en muy baja frecuencia, y en algunos es nulo su uso; sin embargo de las halladas, el 62% corresponde a las tablas de valores, el 24% a los diagramas cartesianos, el 10% a los diagramas arbolares y el 4% a los diagramas de barras. No figuran histogramas, ni gráficos cartesianos, ni diagramas de pastel, ni tampoco de bastones. De los mapas hallados el 66% se refiere a los dibujos esquemáticos, el 20% a los mapas geográficos, el 12% para las pirámides tróficas y el 2% para los planos; los croquis no figuran en los textos observados. De la clasificación en ilustraciones, el 62% corresponde a las fotografías y el 38% a los dibujos.

De los escasos diagramas cartesianos hallados, sólo figuran 5 diagramas de líneas y 2 de líneas comparativas.

- **Con respecto a la adecuación**

Siguiendo la clasificación propuesta para la *iconicidad*, se observa que el 62% corresponde a las fotografías, el 23% a los dibujos figurativos, el 6% a los dibujos figurativos + signos, el 4% a dibujos esquemáticos+signos, el 3% a los figurativos+signos normalizados y en igual porcentaje (1%) a la descripción en signos normalizados como a los dibujos esquemáticos.

Para la *funcionalidad*, las ilustraciones operativas figuran en mayor porcentaje (53%), las inoperantes en un 42% y las sintácticas en un 5%.

Las ilustraciones relacionales aparecen en mayor porcentaje (45%) para la clasificación en *etiquetas verbales*, siguiendo con un 38% las que no presentan etiquetas y en un 17% las ilustraciones nominativas.

- **Con respecto a la idoneidad**

Al valorar la idoneidad *epistémica* se observa que en todos los textos se utiliza un lenguaje científico-técnico, es decir un lenguaje verbal e icónico, figurando en mayor porcentaje el lenguaje verbal (como se ha mencionado en la pertinencia). Son muy

escasas las traducciones del lenguaje verbal al simbólico, no se utiliza la notación científica, ni tampoco se realizan conversiones de representaciones. La nomenclatura binomial sólo es utilizada en cuatro de los textos analizados.

De las distintas situaciones presentes, los cuestionarios ocupan el mayor porcentaje (63%), seguidas de los problemas con el 20%, luego las experiencias de laboratorio en un 11%, y el menor porcentaje para los ejercicios (6%).

En este nivel escolar, los textos analizados no presentan operaciones, ni algoritmos, ni tampoco diferentes técnicas de cálculos; solamente un texto deduce la ecuación de la estimación del tamaño poblacional, y otro presenta la ecuación para la fotosíntesis en los vegetales y para la respiración celular en los seres vivos.

Para los principales conceptos que se estudian en BP, como evolución, especie y población, se presentan definiciones diferentes en cada texto y en ocasiones ausentes o incompletas; sin embargo se adecuan al nivel educativo propuesto.

No se enuncian explícitamente ni principios ni leyes referidas a conceptos de BP, solamente en un texto se hace referencia a los cuatro principios de Lamarck, los principios de la teoría de la Evolución, de la teoría sintética y también se nombra la Ley de Hardy- Weinberg que hace referencia al equilibrio genético de las poblaciones.

En todos los textos se utilizan argumentos lógico-rationales, ejemplificaciones y reformulaciones de ideas para explicitarlas con otras palabras.

Con respecto a la idoneidad *semiótica* y en especial a los conflictos potenciales, se detecta que si matemáticamente no se ha trabajado en la conversión de diferentes representaciones, como por ejemplo de tablas de valores a RGC, se producen disparidades en su ejecución. También se vislumbran conflictos o desajustes entre el contenido y la expresión, cuando no se ha trabajado en la traducción de símbolos, como por ejemplo ADN; o en el uso de la notación simbólica de compuestos químicos (H_2SO_4 , CH_4), que se presentan en los textos y no han sido traducidos al lenguaje coloquial, ni tampoco trabajados desde la formación química.

Dos textos presentan posibles conflictos en las imágenes al no brindar apoyo para comprender los significados de los símbolos en las ilustraciones sintácticas. Además se observa que se dificulta la lectura, interpretación y uso de las RGC que no presentan leyendas en sus ejes o que se desvinculan del texto explicativo, las que figuran en cinco textos de los analizados.

Con relación a la idoneidad *ecológica*, las propuestas editoriales analizadas se adaptan a los contenidos curriculares definidos en los distintos niveles de especificación de 1° y 2° año de la Educación Secundaria en Argentina. Las incumbencias dentro de la misma disciplina permiten detectar algunas falencias en la presentación y tratamiento de algunos contenidos, como en las relaciones curriculares. De similar forma, las conexiones interdisciplinarias, en especial con el área Matemática, no permiten vislumbrar un trabajo colaborativo y de crecimiento referido a la formación de actividades semióticas.

3.2.6 Conclusiones

Los libros de textos escolares de Biología de Educación Secundaria hacen un uso limitado de la potencialidad formativa de la multiplicidad del lenguaje. Éste se basa casi exclusivamente en signos naturales acompañados de ilustraciones fotográficas. Se desconsidera el valor competencial de las gráficas en general, y más aún de las gráficas cartesianas, incluso en contenidos como los de BP, que son muy propicios para favorecer que los estudiantes aprendan a usarlas, interpretarlas y construirlas.

Entre los diagramas cartesianos (entendidos como las correlaciones cualitativas o cuantitativas entre dos variables, aunque no sean exactamente de dependencia, como sí se exige en los gráficos cartesianos) sólo figuran los de líneas y de líneas comparativas, y no se observan *conversiones* de estas representaciones. Se detectan posibles conflictos semióticos en el uso de la notación simbólica de compuestos químicos y en los símbolos que presentan las ilustraciones sintácticas. Aunque estas propuestas editoriales se adecuan a los contenidos curriculares definidos para este nivel educativo, se observan algunas falencias en la presentación y tratamiento de algunos contenidos, como en las relaciones interdisciplinarias, en especial con el área Matemática, por lo cual no se favorece la formación de todas las actividades semióticas.

3.3 Análisis de libros texto del Profesorado de Biología

Considerando los resultados obtenidos en el análisis ontosemiótico realizado a los textos escolares, se hace conveniente realizar un análisis similar en libros de texto de formación de Profesorado de Biología, para contrastar e identificar las diferencias y similitudes.

3.3.1 Objetivos del estudio

Se trata de un estudio exploratorio, descriptivo y comparativo de los libros de texto de Biología y Ecología utilizados en la formación del Profesorado en Biología, que se encuentran en las bibliotecas de los distintos establecimientos educativos de gestión privada, pública provincial y dependientes de la Universidad Nacional de Cuyo de la provincia de Mendoza, considerando los capítulos referidos a BP.

3.3.2 Muestra de libros de texto

Los libros de texto de Biología y Ecología utilizados en este estudio, han sido extraídos de las cuatro instituciones que imparten esta carrera en la Provincia de Mendoza:

- Instituto Superior del Profesorado San Pedro Nolasco,
- Instituto de Enseñanza Superior del Atuel (I.E.S. N° 9-011) del departamento de San Rafael,
- Instituto de Educación Superior de Formación Docente y Técnica N° 9-002

- “Tomas Godoy Cruz”,
- Instituto de Ciencias Básicas (ICB) de la Uncuyo (Universidad Nacional de Cuyo).

Se detectó que en sus respectivas bibliotecas existe una escasa oferta de libros de texto de Biología para este nivel educativo, por lo tanto solamente se pudieron recolectar ocho textos diferentes, los cuales se detallan en la Tabla 44 y serán referidos por el número que en él se le asigna a cada uno.

Tabla 44
Libros de textos universitarios incluidos en el estudio

Texto N°	Referencia bibliográfica
1	Audersik, T y Audersik, G. (1997). <i>Biología. La vida en la Tierra</i> . México: Prentice Hall- Hispanoamericana.
2	Campbell, N. y Reece, J. (2007). <i>Biología</i> . Buenos Aires: Médica panamericana.
3	Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A. y Massarini, A. (2008). <i>Biología</i> . Buenos Aires: Médica panamericana.
4	Fried, G. (1994). <i>Biología</i> . Madrid: Mc Graw Hill.
5	Purves, W., Sadava, D., Orinas, G. y Craig Heller, H. (2002). <i>Vida. La ciencia de la Biología</i> . Buenos Aires: Médica panamericana.
6	Solomon, E., Berg, L. y Martin, D. (2001). <i>Biología</i> . México: Mc Graw- Hill Interamericana.
7	Villee, C. (1981). <i>Biología</i> . Buenos Aires: Universitaria.
8	Weisz, P. (1980). <i>La ciencia de la Biología</i> . Barcelona: Omega.

3.3.3 Metodología

Se ha aplicado también el análisis ontosemiótico explicitado en el apartado anterior, considerando las variables de pertinencia, adecuación e idoneidad. Además se han tenido en cuenta los contenidos referidos fundamentalmente a los conceptos de BP incluidos en las actuales propuestas curriculares según lo definen la Ley de Educación Superior N° 24521 sancionada en julio de 1995, y a nivel provincial la Dirección de Educación Superior de la Dirección General de Escuelas, la entidad responsable de definir los lineamientos necesarios para la carrera de Profesorado de Educación Secundaria en Biología, proponiendo su propio diseño curricular en abril de 2011.

3.3.4 Resultados

A) Pertinencia

Toda palabra es rica en significados que se acumulan en distintos contextos. La ciencia no habla del mundo sólo con el lenguaje de las palabras, en muchos casos, sencillamente no puede hacerlo.

A.1 Signos naturales y signos artificiales

A continuación se valoran los resultados obtenidos en la aplicación de esta dimensión a la muestra de libros seleccionada.

Tabla 45

Rango y porcentajes de signos naturales y artificiales en los textos universitarios

Texto N°	Signos naturales	Signos artificiales	Rango	Porcentaje de signos naturales	Porcentaje de signos artificiales
1	5550	742	4808	88%	12%
2	43140	4053	39087	91%	9%
3	27260	2588	24672	91%	9%
4	9260	824	8436	92%	8%
5	12970	1008	11962	93%	7%
6	17800	1577	16223	92%	8%
7	5070	271	4799	95%	5%
8	10290	596	9694	94%	6%
Total	131340	11659	119681	92%	8%

Se observa que la cantidad de signos naturales es mayor a la de signos artificiales en todos los textos analizados, pero no todos en la misma proporción. El texto 1 es el que presenta la mayor cantidad de signos artificiales, en oposición al texto 6 que tiene la menor cantidad. Sin embargo el texto 2 es el que presenta mayor rango (39087), es decir la cantidad de signos naturales supera enormemente a la de signos artificiales, los demás textos en promedio presentan un rango igual a 11510.

Según el porcentaje total de signos naturales y artificiales presentados en la Tabla 45, los textos de Biología en los capítulos de BP, presentan en promedio un 92% de signos naturales frente a un 8% de signos artificiales.

Resultados comparativos

Al comparar estos resultados, no se observan diferencias significativas con el porcentaje obtenido en los textos de Educación Secundaria.

Tabla 46

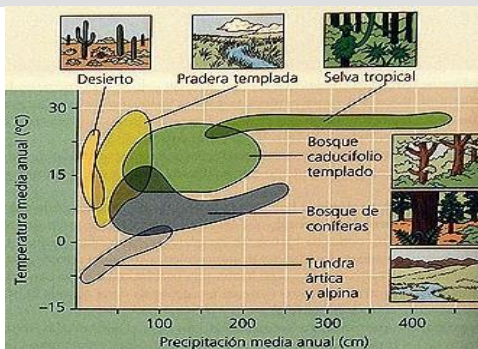
Comparación de porcentajes obtenidos para signos naturales y artificiales

	Signos naturales	Signos artificiales
Textos de Educación Secundaria	93%	7%
Textos de Formación de Profesorado	92%	8%

A.2 Clasificación de los signos artificiales

Para esta dimensión se seleccionaron ejemplos de sus indicadores extraídos de los libros de textos analizados (Tabla 47).

Tabla 47
Ejemplos de signos artificiales extraídos de los textos universitarios

Signos artificiales	Ejemplos de signos hallados en los textos
Signo estrictamente artificial	$\frac{dN}{dt}$, $\frac{\Delta N}{\Delta t}$
Signo gráfico único	A, B, C,...
Signo compuesto por varias letras	ΔN , Δt , dN , dt , rN , $r_{\max}N$, AVP, PAF, ADN, cal/g, DDT, AVP (arginina- vasopresina), PAF (patrón de acción fija), PPB (producción primaria bruta), PPN (producción primaria neta), SIDA, UV, CFC, Ph, km, cm, ARN, DNA, NASA, OEA, OMG (organismos modificados genéticamente), IUCN (unión mundial para la naturaleza), EEUU, ACTH a.C., km, m/s^2 , NO_3 , SO_2 , CH_2O , CO_2
Término	No se encuentran
Figura	
Signo artificial	0, 1, 2, 3, ..., I, II, III, IV, V, ..., X, ..., 1°, 2°, ..., %, x, +, -, =, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$

Del conteo realizado para esta taxonomía se obtienen los datos en la Tabla 48.

Tabla 48
Frecuencias obtenidas en la clasificación de los signos artificiales en los textos universitarios

Texto N°	Signo estrictamente artificial	Signo gráfico único	Signo compuesto por varias letras	Término	Figura	Signo artificial	Total
1	0	70	6	0	16	707	799
2	12	563	199	0	131	3617	4522
3	0	244	139	0	71	2117	2571
4	5	216	44	0	5	508	778
5	3	20	63	0	41	854	981
6	0	383	144	0	34	1438	1999
7	0	6	21	0	7	269	303
8	0	91	67	0	16	491	665
Total	20	1593	683	0	321	10001	12618

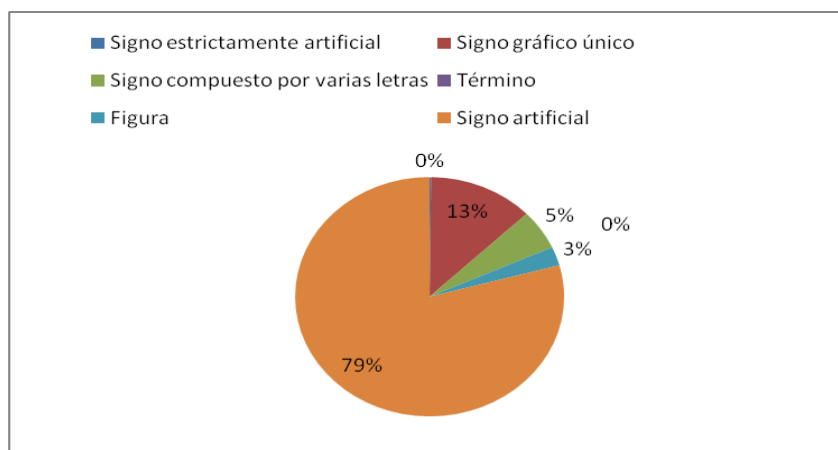


Figura 52. Porcentaje del total de signos artificiales en los textos universitarios

Al analizar estos indicadores se observa que el mayor porcentaje (79%), corresponde a los signos artificiales, en oposición al 0% que corresponde a los términos. El 13% corresponde a los signos gráficos únicos y el 3% a las figuras. Cabe aclarar que en el diagrama de sectores el porcentaje de signos estrictamente artificiales se presenta nulo, ya que es muy pequeño en relación a los demás valores hallados.

Los signos compuestos por varias letras como km, m/s², O₂, etc., presentan un porcentaje del 5% y en los textos 2, 3 y 7 figuran por ejemplo DDT (pesticida), DNA, RNA y sólo en el texto 4 no figuran fórmulas de compuestos químicos. Para el alelo que produce un fenotipo comportamental denominado “setter” se utiliza en el texto 1 la notación for_S y for_R para el alelo que produce un fenotipo comportamental “rover”.

En todos los textos figuran como signos gráficos únicos las letras del alfabeto español y en los textos 2 y 4 además se utilizan letras griegas para designar diferentes incisos. En el texto 6 se usa la letra “A” y “a” para designar a alelos diferentes, “p” para la frecuencia del alelo dominante, “q” para la frecuencia del alelo recesivo y “s” para el alelo mutante (del inglés Sickle). La notación diferencial $\frac{dN}{dt}$ y $\frac{\Delta N}{\Delta t}$ se utiliza en el texto 2 para designar la velocidad de incremento intrínseca. En todos los textos se usan los números arábigos y romanos, y los símbolos %, x, +, -, =, /. Sólo en los textos 3 y 7 se utiliza la notación científica.

Resultados comparativos

En los libros de texto de profesorado de Biología se utilizan signos estrictamente artificiales, que en los textos de Educación Secundaria no figuran, y existe una mayor variedad de signos utilizados. La Tabla 49 muestra la comparación de los resultados obtenidos.

Tabla 49

Comparación de porcentajes obtenidos para la clasificación de signos artificiales en los textos universitarios

	Signo estrictamente artificial	Signo gráfico único	Signo compuesto por varias letras	Término	Figura	Signo artificial
Textos de Educación Secundaria	0%	7%	4%	0%	2%	87%
Textos de formación de Profesorado	0,15%	13%	5%	0%	3%	79%

A.3 Representaciones gráficas

De igual forma que para los textos de Educación Secundaria, a las representaciones graficas se las clasifica en *diagramas, gráficas, mapas e ilustraciones*.

- Para los *diagramas* se realizó el conteo de los esquemas, mapas conceptuales, cuadros sinópticos, organigramas y diagramas de flujo, que se muestran en la Tabla 50 y sus respectivos porcentajes en la Figura 53.

Tabla 50

Frecuencias obtenidas de los diagramas que figuran en los textos universitarios

Diagramas	Textos								TOTAL
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	
Esquemas	0	3	2	1	2	2	0	0	10
Mapas conceptuales	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Cuadros sinópticos	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Organigramas	0	6	5	0	1	0	0	0	12
Diagramas de flujo	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Total	0	16	7	1	3	2	0	0	29

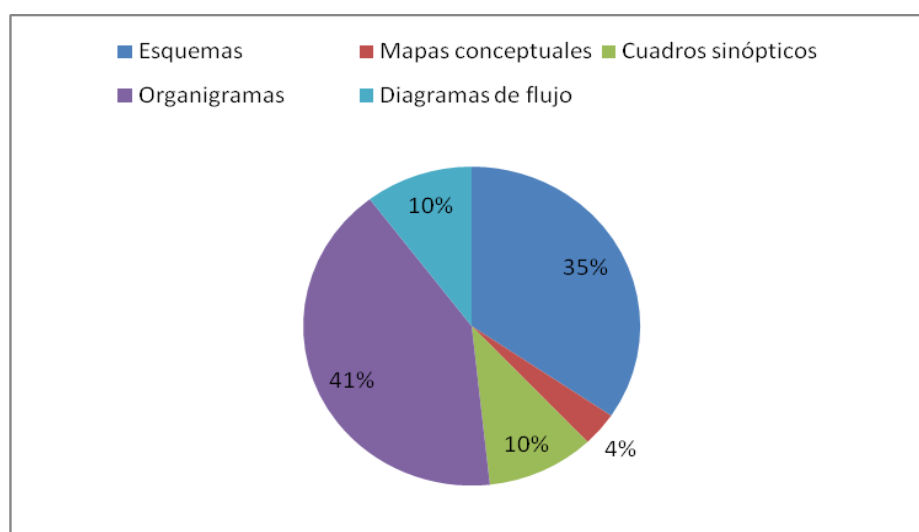


Figura 53. Porcentajes de las categorías de diagramas que figuran en los textos universitarios

De los diagramas observados el mayor porcentaje (41%) es el que corresponde a los organigramas, seguido de los esquemas en un 35%. Las demás categorías se utilizan en porcentajes menores, como los mapas conceptuales en un 4% y los cuadros sinópticos y los diagramas de flujo en un 10%. Los textos 1, 7 y 8 no utilizan estos diagramas. Se ejemplifican los diagramas de los textos analizados en la Tabla 51.

Tabla 51
Diagramas contemplados en los libros de textos universitarios

Ejemplos de diagramas que figuran en los textos	
Texto N° 2 Diagrama de flujo	Texto N° 3 Organigrama
<p>Fig. 50-6. Diagrama de flujo de los factores limitantes de la distribución geográfica. A medida que los ecólogos evalúan los factores que limitan la distribución de una especie suelen considerar una serie de preguntas como las siguientes.</p>	
<p>Texto N° 6 Esquema</p>	

• A las *gráficas*, se las clasifica en histogramas, diagramas cartesianos, gráficas cartesianas, diagramas de barras, diagramas de pastel, diagramas de bastones, tablas,

diagramas de líneas y diagramas arbolares. El resultado de su conteo se muestra en la Tabla 52 y sus respectivos porcentajes en la Figura 54.

Tabla 52
Frecuencias obtenidas de las gráficas para cada uno de los textos universitarios

Gráficas	Textos								TOTAL
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	
Diagrama de barras	5	24	5	0	15	1	0	0	50
Diagramas cartesianos	7	27	20	2	4	9	3	1	73
Gráficos cartesianos	4	21	6	0	0	2	1	0	34
Tablas	2	5	4	1	0	1	0	0	13
Histogramas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diagramas de pastel	0	0	12	0	0	0	0	0	12
Diagramas de bastones	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diagramas arbolares	0	4	3	0	1	0	0	0	8
Total	18	81	50	3	20	13	4	1	190

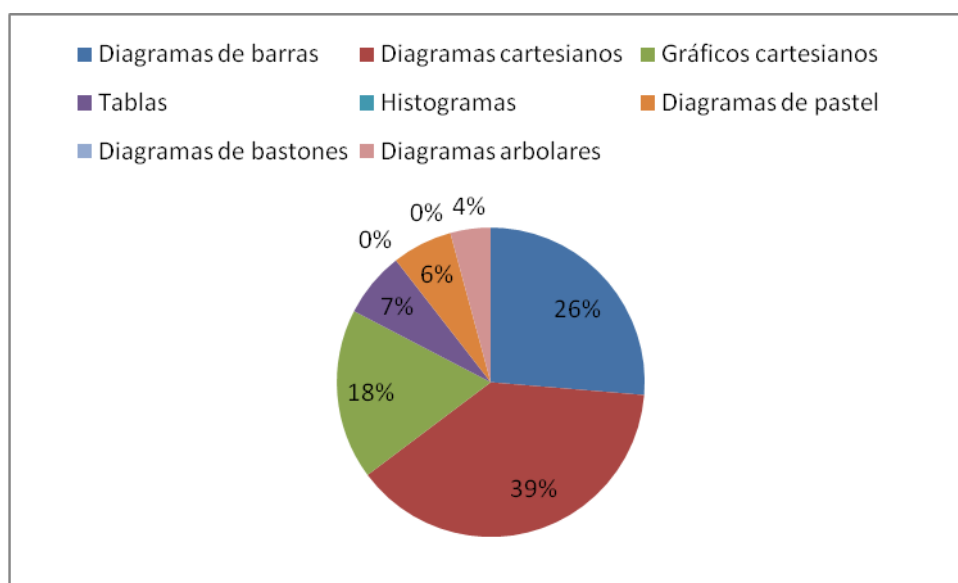


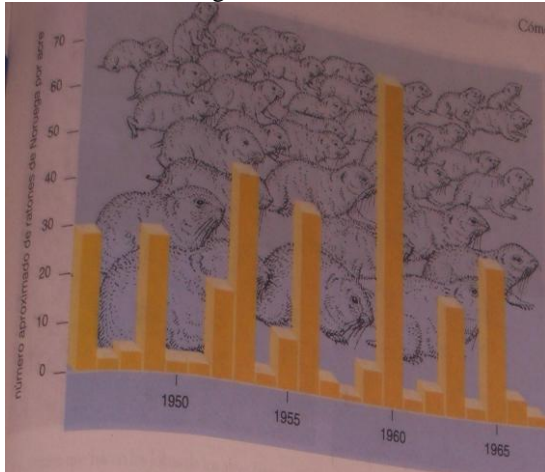
Figura 54. Porcentajes de la clasificación de las gráficas que figuran en los textos universitarios

Se observa en estos libros de texto que el mayor porcentaje (39%) le corresponde a los diagramas cartesianos, seguido de los diagramas de barras con un 26%, luego los gráficos cartesianos (18%), el 7% para las tablas de doble entrada, el 6% a los diagramas de pastel y el 4% a los diagramas arbolares. Cabe aclarar que solo en el texto 3 se usan diagramas de pastel. Los histogramas y diagramas de bastones no se utilizan. El texto 2 es el que presenta la mayor cantidad de gráficas, a diferencia de los textos 4, 7 y 8 en los cuales es muy baja su frecuencia.

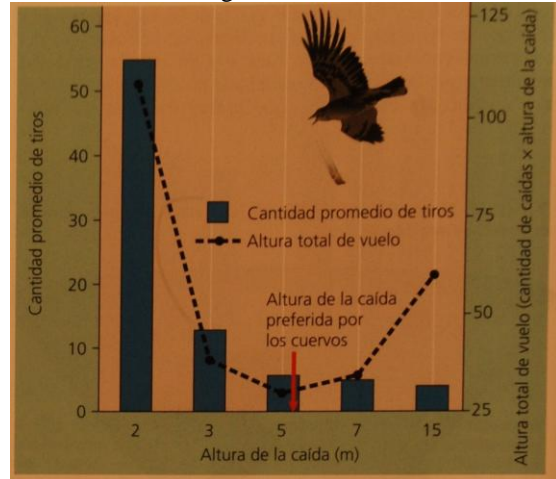
Tabla 53
Gráficas contempladas en los libros de textos universitarios

Ejemplos de gráficas que figuran en los textos

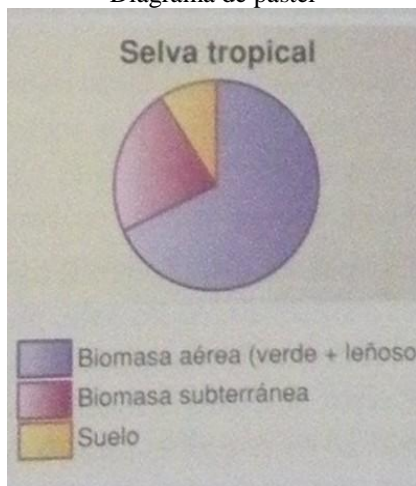
Texto N° 1
Diagrama de barras



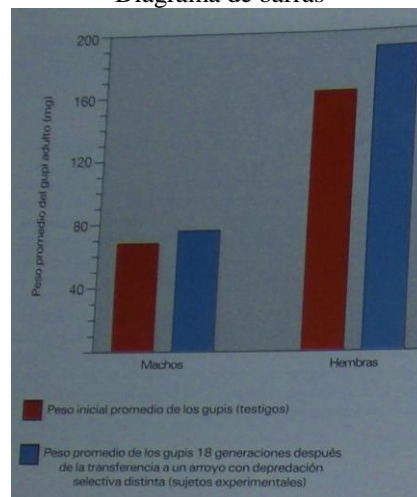
Texto N° 2
Diagrama de barras



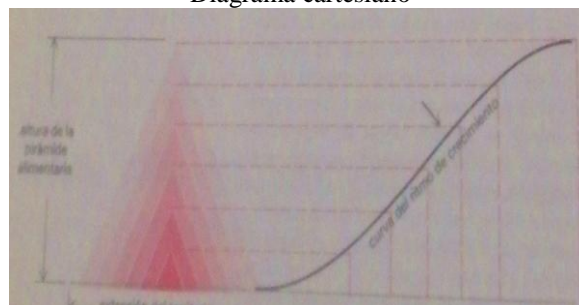
Texto N° 3
Diagrama de pastel



N° 6
Diagrama de barras



Texto N° 8
Diagrama cartesiano



• Para el indicador mapas, se contaron los mapas geográficos, planos, croquis y dibujos esquemáticos, y el resultado se volcó en la Tabla 54, así también como sus porcentajes en la Figura 55.

Tabla 54
Frecuencias obtenidas de los mapas para cada uno de los textos universitarios

Mapas	Textos								TOTAL
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8	
Mapas geográficos	0	22	3	0	8	7	0	0	40
Pirámides tróficas	2	7	11	1	0	0	0	1	22
Planos	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Croquis	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Dibujos esquemáticos	0	12	6	2	5	12	2	4	43
Total	2	41	20	3	15	20	2	5	108

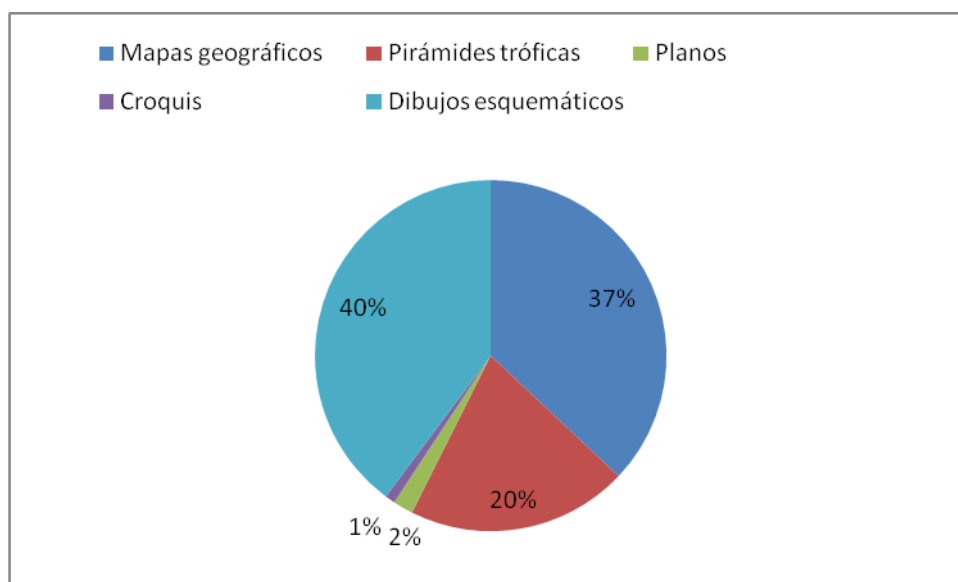
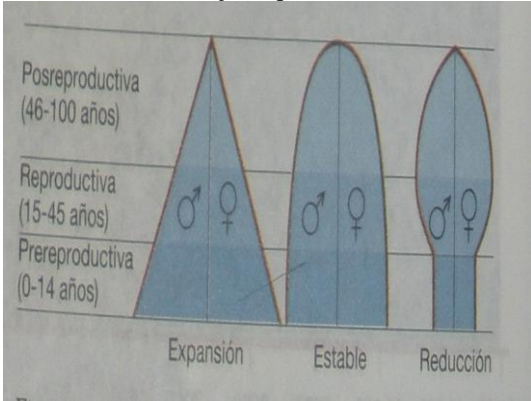



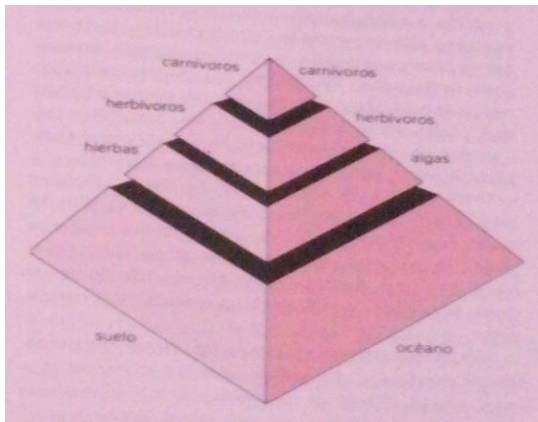


Figura 55. Porcentajes para la clasificación de los mapas que figuran en los textos universitarios

El mayor porcentaje (40%) observado se refiere a los dibujos esquemáticos, aunque no figuren en el texto 4, les siguen los mapas geográficos con un 37% y las pirámides tróficas con un 20%. Los textos 1 y 7 son los que presenta las menores frecuencias, sólo un croquis figura en el texto 6.

Tabla 55
Mapas contemplados en los libros de textos universitarios

Ejemplos de mapas que figuran en los textos	
<p>Texto N° 1 Dibujo esquemático</p> 	<p>Texto N° 2 Mapa geográfico</p> 
<p>Texto N° 3 Mapa geográfico</p> 	<p>Texto N° 6 Croquis</p> 
<p>Texto N° 8 Pirámide trófica</p> 	

- Se consideran a las fotografías y dibujos, para el indicador *ilustraciones*, contabilizados en la Tabla 56, y sus porcentajes en la Figura 55.

Tabla 56

Frecuencias obtenidas de las ilustraciones que figuran en los textos universitarios

Ilustraciones	Textos							
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Fotografías	22	93	91	0	22	45	7	47
Dibujos	5	94	44	3	25	57	7	11
Total	27	187	135	3	47	102	14	58

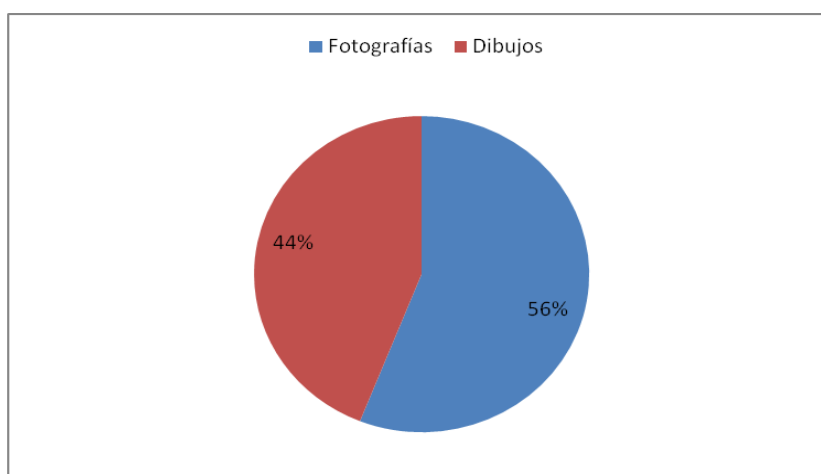


Figura 56. Porcentajes de la clasificación de ilustraciones que figuran en los textos universitarios

Las fotografías se utilizan con un porcentaje del 56%, superando al de los dibujos (44%).

Del análisis realizado a las distintas representaciones gráficas que figuran en estos libros de texto, la menor frecuencia se detecta para los diagramas (3%) y el mayor porcentaje se refiere a las ilustraciones (ver Tabla 57 y Figura 56).

Tabla 57

Frecuencias totales obtenidas de las representaciones gráficas para cada uno de los textos universitarios

Representaciones Gráficas	Textos							
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Diagramas	0	16	7	1	3	2	0	0
Gráficas	18	97	42	2	34	15	5	1
Mapas	2	41	20	3	15	20	2	5
Ilustraciones	18	185	125	3	44	80	13	58
Total	38	339	194	9	96	117	20	64

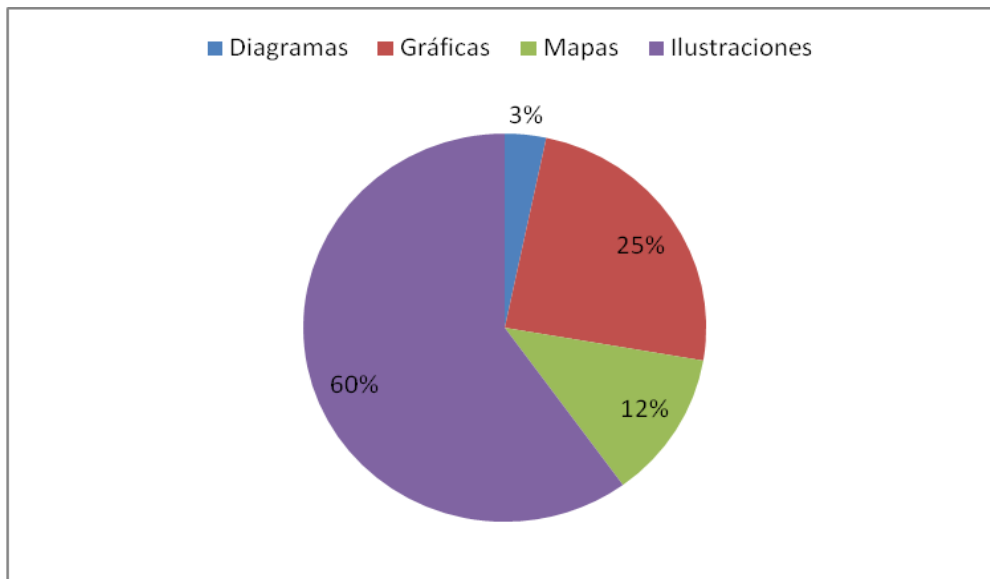


Figura 57. Porcentajes de las representaciones gráficas que figuran en los textos universitarios

Resultados comparativos

En la Tabla 58 se muestra la comparación con los resultados obtenidos en los libros de texto de Educación Secundaria.

Tabla 58
Comparación de porcentajes obtenidos para las representaciones gráficas

	Diagramas	Gráficas	Mapas	Ilustraciones
Textos de Educación Secundaria	3%	4%	5%	88%
Textos de formación de Profesorado	3%	25%	12%	60%

De esta comparación se observa un aumento considerable en el porcentaje de las gráficas utilizadas en los textos de formación de Profesorado (25%) con respecto al bajo porcentaje en los textos de Educación Secundaria (4%). De similar manera aumentó el uso de mapas de un 5% en los textos de Secundaria frente a un 12% para los de profesorado. Los diagramas no muestran diferencias de porcentajes, si las ilustraciones que disminuye a un 60% en los textos de formación de Profesorado.

A.4 Diagramas y Gráficas cartesianas

Diagramas de líneas, diagramas de líneas comparativas, diagramas de intersección de regiones, diagramas de líneas y barras, diagramas de puntos, diagramas de puntos y líneas, y diagramas de líneas y figuras, son las categorías analizadas para este indicador. En la Tabla 59 se muestra el resultado de su conteo.

Tabla 59
Frecuencias obtenidas de los diagramas y gráficas cartesianas, en los textos universitarios

Diagramas y gráficas cartesianas							
Textos Nº	De líneas	De líneas comparativas	De intersección de regiones	De líneas y barras	De puntos	De puntos y líneas	De líneas y figuras
1	3	7	0	0	0	0	1
2	15	23	1	2	1	6	0
3	5	9	0	0	2	1	9
4	1	1	0	0	0	0	0
5	1	3	0	0	0	0	0
6	2	1	0	0	0	2	6
7	1	2	0	0	0	1	0
8	0	0	0	0	0	0	1
Total	28	46	1	2	3	10	17

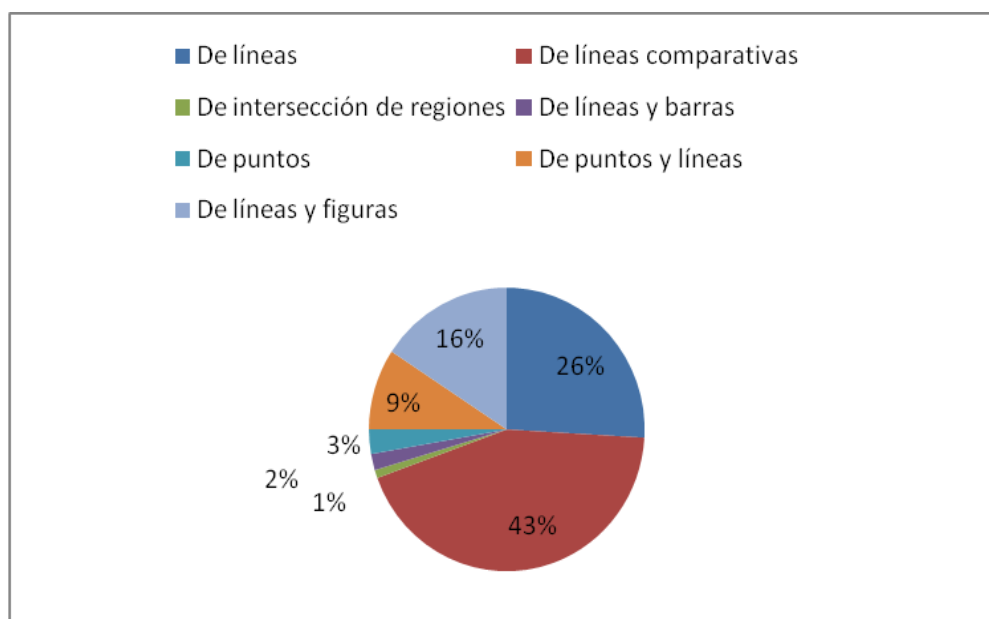


Figura 58. Porcentajes de los diagramas y gráficas cartesianas que figuran en los textos universitarios

Se observa que en los textos analizados la cantidad de diagramas y gráficas cartesianas supera en gran escala a la hallada en los textos de Educación Secundaria, esto determina un cuestionamiento sobre la casi desaparición de su uso en los textos de nivel secundario. Para los textos de nivel de profesorado el mayor porcentaje corresponde a los diagramas de líneas comparativas (43%), y el que menos se utiliza es el diagrama de

intersección de regiones (1%). El texto 2 es el que presenta la mayor variedad y frecuencia de diagramas, y el texto 8 el de menor frecuencia.

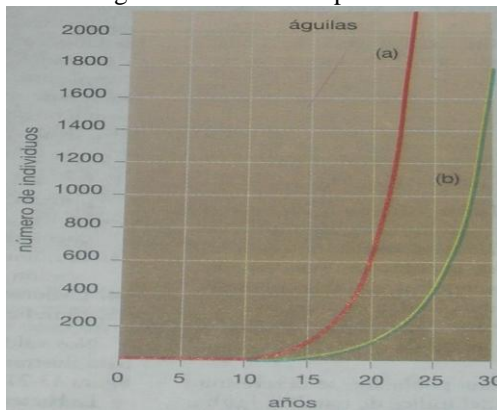
Tabla 60

Diagramas y gráficas cartesianas contemplados en los libros de textos universitarios

Ejemplos de diagramas y gráficas cartesianas que figuran en los textos

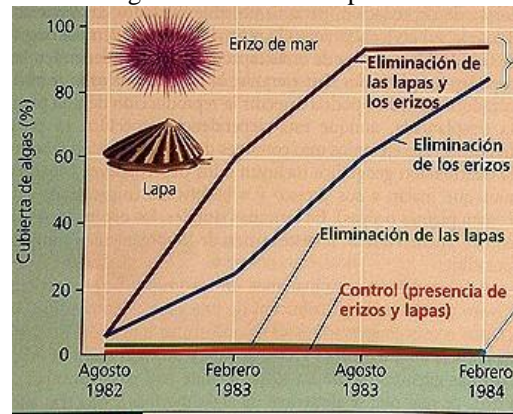
Texto N° 1

Diagrama de líneas comparativas



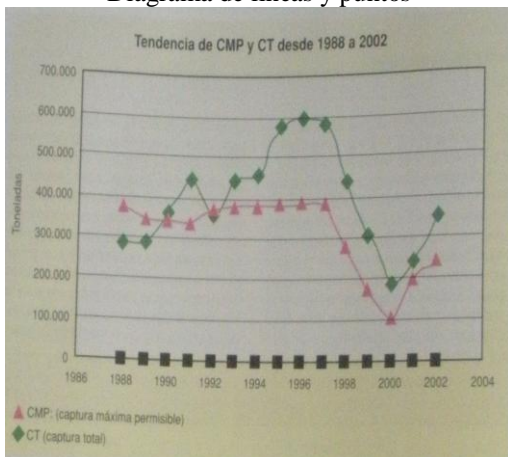
Texto N° 2

Diagrama de líneas comparativas



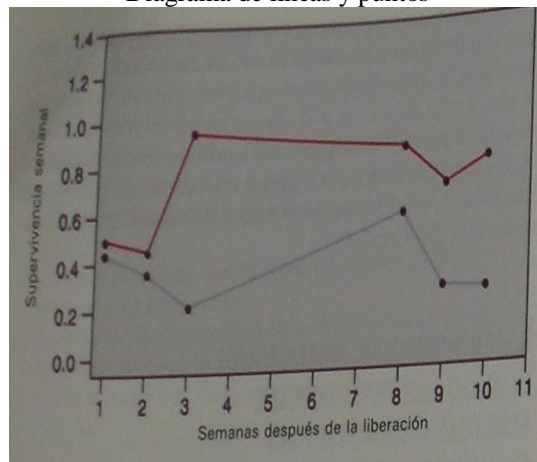
Texto N° 3

Diagrama de líneas y puntos



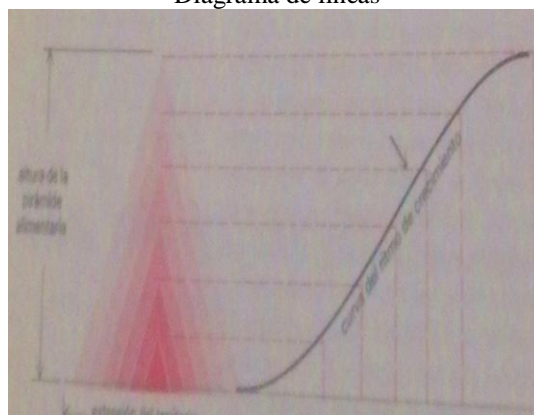
N° 6

Diagrama de líneas y puntos



Texto N° 8

Diagrama de líneas



Resultados comparativos

Tabla 61
Comparación de porcentajes obtenidos para los diagramas y gráficas cartesianas

	De líneas	De líneas comparativas	De intersección de regiones	De líneas y barras	De puntos	De puntos y líneas	De líneas y figuras
Textos de Educación Secundaria	71%	29%	0%	0%	0%	0%	0%
Textos de formación de Profesorado	26%	43%	1%	2%	3%	9%	16%

Aunque pareciera alto el porcentaje de diagramas de líneas (71%) en los textos de Educación Secundaria en realidad está referido a un total de 7 diagramas cartesianos encontrados en todos los textos de este nivel. Se observa el aumento considerable del uso de estas representaciones en los textos de formación de Profesorado en casi todas las categorías analizadas.

B) Adecuación

Para analizar esta variable se utiliza la taxonomía propuesta por Perales et al. (2002), atendiendo a las dimensiones de iconicidad, etiquetas verbales y funcionalidad.

B.1 Iconicidad

Los indicadores seleccionados para analizar esta dimensión se refieren a las fotografías, dibujos figurativos, dibujos figurativo+signos, figurativo+signos normalizados, dibujo esquemático, dibujo esquemático+signos y descripción en signos normalizados. A continuación se detallan cada una de estas categorías y en la Tabla 62 se presentan sus frecuencias correspondientes.

Tabla 62
Frecuencias correspondientes a los indicadores para la iconicidad, en los textos universitarios

Textos N°	Fotografía	Dibujo figurativo	Dibujo figurativo +signos	Figurativo+signos normalizados	Dibujo esquemático	Dibujo esquemático +signos	Descripción en signos normalizados
1	22	3	0	0	1	0	0
2	93	9	28	19	11	29	1
3	91	11	4	5	16	8	1
4	0	1	1	1	0	3	0
5	22	5	4	4	6	8	0
6	45	17	5	4	22	12	0
7	7	4	1	1	3	1	0
8	47	2	6	3	4	5	4
Total	327	52	49	37	63	66	6

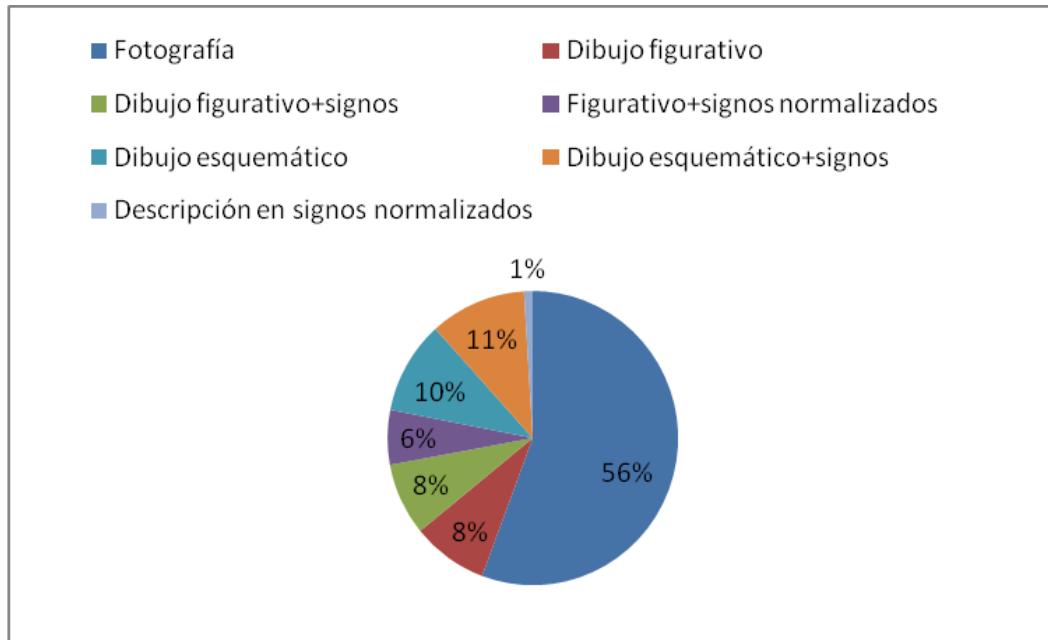


Figura 59. Porcentajes de los indicadores de la iconicidad en los textos universitarios

Las fotografías representan la mayor frecuencia (56%) en casi todos los textos, excepto en el texto 4 que no se las utiliza. Siguen los dibujos esquemáticos +signos con un 11% y de similar porcentaje con un 10% los dibujos esquemáticos. Los dibujos figurativos y los figurativos+ signos presentan el mismo porcentaje (8%). Los menores porcentajes los presentan los dibujos figurativos+signos normalizados (6%) y descripción en signos normalizados con sólo el 1%.

Resultados comparativos

Los resultados obtenidos en esta dimensión se comparan con los emanados de los textos de Educación Secundaria (Tabla 63).

Tabla 63
Comparación de porcentajes obtenidos para la iconicidad

	Fotografía	Dibujo figurativo	Dibujo figurativo +signos	Figurativo+signos normalizados	Dibujo esquemático	Dibujo esquemático +signos	Descripción en signos normalizados
Textos de Educación Secundaria	62%	23%	6%	3%	1%	4%	1%
Textos de formación de Profesorado	56%	8%	8%	6%	10%	11%	1%

Las fotografías ocupan el mayor porcentaje en ambas muestras, confirmando su realce decorativo. En los demás indicadores se observan diferencias, disminuyen los dibujos figurativos en los textos de formación de profesorado, pero aumentan los dibujos esquemáticos y los esquemáticos+signos.

B.2 Funcionalidad

Esta dimensión se contabilizó y sus resultados y porcentajes se volcaron en la Tabla 64 y en la Figura 60.

Tabla 64
Frecuencias de ilustraciones inoperantes, operativas y sintácticas, en los textos universitarios

Textos N°	Inoperantes	Operativas	Sintácticas
1	0	0	0
2	0	32	4
3	0	10	0
4	0	2	1
5	0	6	1
6	0	15	2
7	0	0	0
8	0	9	0
Total	0	74	8

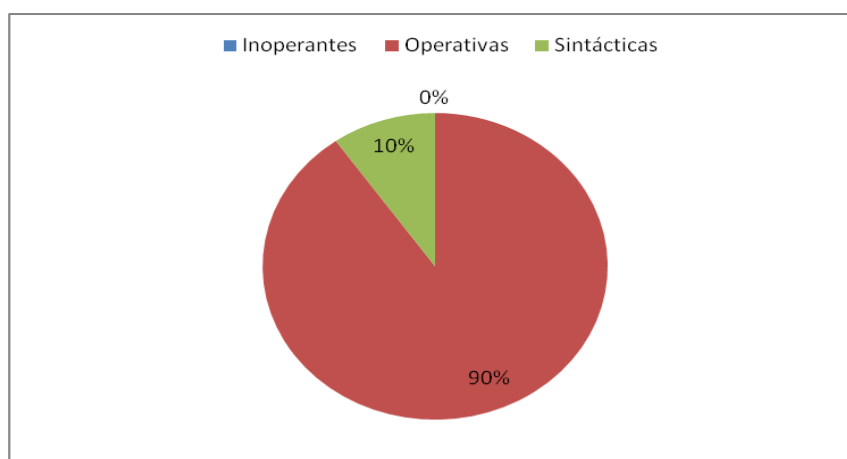


Figura 60. Frecuencias porcentuales del total de ilustraciones inoperantes, operativas y sintácticas, en los textos universitarios

El análisis de las ilustraciones realizado a los textos propuestos, según esta dimensión, permite observar que el 90% corresponde a las ilustraciones operativas y el 10% a las sintácticas. A diferencia de los textos de Educación Secundaria no se utilizan figuras inoperantes en los textos universitarios.

Resultados comparativos

Tabla 65
Resultados comparativos de la funcionalidad de las ilustraciones

	Inoperantes	Operativas	Sintácticas
Textos de Educación Secundaria	42%	53%	5%
Textos de formación de Profesorado	0%	90%	10%

Es muy alto el porcentaje (42%) de ilustraciones inoperantes en los textos de Educación Secundaria, y las mismas no se utilizan en los textos de formación de Profesorado. Se observa también una frecuencia porcentual muy elevada de las ilustraciones operativas (90%) en estos últimos textos analizados.

B.3 Etiquetas verbales

En la Tabla 66 y Figura 61 se presentan las frecuencias correspondientes a cada una de los indicadores definidos para las etiquetas verbales de las ilustraciones.

Tabla 66
Frecuencias de ilustraciones sin etiquetas, nominativas y relacionales, en los textos universitarios

TextosN °	Sin etiquetas	Nominativas	Relacionales
1	1	0	17
2	4	26	145
3	16	16	108
4	0	3	3
5	4	8	28
6	0	14	57
7	0	1	13
8	2	5	42
Total	27	73	413

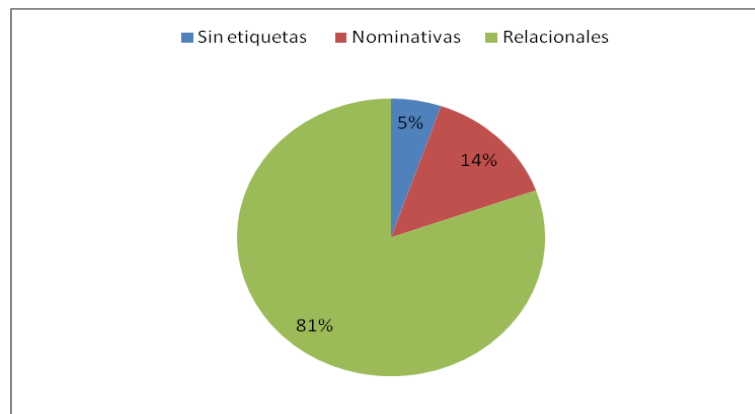


Figura 61. Frecuencias porcentuales del total de etiquetas verbales, en los textos universitarios

El mayor porcentaje (81%) corresponde a las ilustraciones relacionales, luego siguen las ilustraciones nominativas con el 14% y las de menor porcentaje son las ilustraciones sin etiquetas (5%).

Resultados comparativos

Tabla 67
Resultados comparativos de las etiquetas verbales de las ilustraciones

	Sin etiquetas	Nominativas	Relacionales
Textos de Educación Secundaria	38%	17%	45%
Textos de formación de Profesorado	5%	14%	81%

Disminuye considerablemente el uso de ilustraciones sin etiquetas en los textos de formación de Profesorado, sin embargo aumenta el porcentaje de las relacionales.

C) Idoneidad

C.1 Idoneidad epistémica

En esta dimensión se tienen en cuenta las siguientes categorías: lenguaje, situaciones, procedimientos, definiciones, proposiciones y argumentos.

- **Lenguaje**

Se utiliza un lenguaje científico-técnico en todos los textos presentando diferentes modos de expresión, es decir el lenguaje utilizado es verbal e icónico. En mayor porcentaje se utiliza el lenguaje verbal, las traducciones del lenguaje verbal al simbólico figuran en los textos 1, 2, 3, 5, 6 y 8. Se utiliza la notación científica en los textos 3 y 7 solamente, y las conversiones para un mismo objeto se observan en los textos 1, 3, 5 y 6. La nomenclatura binomial se utiliza solamente en los textos 2, 3, 5, 6, 7 y 8, nombrando por ejemplo: *Ariolimus californicus*, *Thamnophis elegans*, *Lolium perenne*, en los demás textos no se la utiliza.

- **Situaciones**

Se analizan los *problemas*, *ejercicios*, *cuestionarios* y *experiencias o prácticas de laboratorio*. En la Tabla 68 se puntualizan estas actividades o situaciones con respecto a cada uno de los textos, en la Tabla 69 se presentan las frecuencias obtenidas y sus respectivos porcentajes en la Figura 62.

Al analizar esta categoría se observa que el 57% de las situaciones presentes en los textos corresponde a cuestionarios, el 10% a problemas, el 33% a experiencias de laboratorio y el 0% a ejercicios. Los textos 2 y 3 son los que presentan las mayores frecuencias para cada una de estas situaciones.

- **Acciones**

Para esta categoría se consideran acciones a las *operaciones, algoritmos, diferentes técnicas de cálculo y procedimientos*. Los textos analizados en este nivel presentan operaciones indicadas, cálculos y en el texto 4 figura el procedimiento para obtener la ecuación del principio de Hardy-Weinberg que describe el equilibrio genético, también las expresiones algebraicas $(p+q)^2$, $(p+q+r)^2$, y sencillas fórmulas de probabilidad.

- **Conceptos**

Del análisis realizado a los ocho textos propuestos se observa que no todos presentan las mismas definiciones para los conceptos biológicos. En la Tabla 70 se presentan las definiciones dadas a los principales conceptos que se estudian en BP: evolución, especie y población.

Tabla 70
Diferentes definiciones para los principales conceptos tratados en Biología de Poblaciones, en los textos universitarios

Textos N°	Evolución	Especie	Población
1	Se menciona pero no se define explícitamente.	Se menciona pero no se define explícitamente.	Una población consiste de todos los miembros de una especie particular, sean halcones, saltamontes, zacate búfalo o bacterias, que viven en cierta región.
2	Se menciona pero no se define explícitamente.	Se menciona pero no se define explícitamente.	Una población es un conjunto de individuos de la misma especie que viven en una área geográfica determinada.
3	Se menciona pero no se define explícitamente.	Se menciona pero no se define explícitamente.	Población como el conjunto de individuos que habitan en una localidad dada y pueden intercambiar material genético. Grupo de organismos de la misma especie que se reproducen entre sí y que conviven en el espacio y en el tiempo.
4	En sentido más amplio, evolución es el concepto según el cual el mundo entero de la realidad se centra en estado de cambio continuo. El proceso es primario y el flujo (cambio constante) es universal.	Una especie se define como un conjunto de individuos que comparten la misma poza génica. Esto significa que para producir descendencia fecunda, solo pueden cruzarse entre sí y no con otras especies.	Se menciona pero no se define explícitamente.

5	Se menciona pero no se define explícitamente.	Cada especie puede persistir solamente en una determinada gama de condiciones ambientales, que definen su nicho ecológico	Se menciona pero no se define explícitamente.
6	La evolución puede definirse como la acumulación de cambios hereditarios en las poblaciones en el transcurso del tiempo.	Una especie comprende una o más poblaciones de organismos similares capaces de procrear entre sí.	Una población es un grupo de individuos de una especie que viven en la misma zona geográfica en el mismo tiempo.
7	El resultado de la evolución es una población de seres (una especie), adaptados para sobrevivir en un determinado tipo de ambiente	Población de seres adaptados para sobrevivir en un determinado tipo de ambiente	Se menciona pero no se define explícitamente.
8	Se menciona pero no se define explícitamente.	Una especie esta formada por individuos parecidos que viven juntos en poblaciones. Una especie es una comunidad taxonómica que comprende a los organismos capaces de cruzarse entre si.	Cada especie consta de una o mas poblaciones especificas. Grupos relativamente estables y localizables. Las poblaciones naturales tienden a mantener constante su tamaño.

En los capítulos de los textos analizados el concepto principal de estudio es la Ecología, sus principios, especies y ecosistemas, por lo cual se hace referencia al concepto de evolución pero no se lo define en forma explícita, a excepción de los textos 4, 6 y 7. El concepto de especie esta definido en los textos 4, 5, 6, 7 y 8 y el de población en los textos 1, 2, 3, 6 y 8. Sólo el texto 5 presenta las tres definiciones para estos conceptos de forma clara y correcta, adecuándose al nivel educativo considerado.

- **Propiedades y leyes**

En los libros de texto analizados se enuncian propiedades, principios y leyes biológicas., como en el texto 2 cuando hace referencia a la Regla de Hamilton y selección por parentesco; también se presentan modelos como el de crecimiento logístico o el modelo exponencial del crecimiento de la población. En el texto 3 se habla de las propiedades de las poblaciones, el principio de la exclusión competitiva, el modelo biográfico y de equilibrio de la diversidad de especies en una isla. El principio de Hardy- Weinberg se enuncia en el texto 4 que describe el equilibrio genético y en el texto 7 figuran aplicaciones de los principios ecológicos. La Hipótesis de Oparin sobre las complejas reacciones de los seres vivos en relación a las propiedades de sus partes se enuncia en el texto 1.

- **Argumentos**

Los argumentos lógico-rationales se utilizan en todos los textos, como por ejemplo razonamientos por analogía, por generalización o sintomáticos. También se utilizan las ejemplificaciones y reformulaciones cuando se presenta un caso concreto del contenido abordado con el objetivo de ilustrarlo, o cuando se vuelve a explicar la idea utilizando

otras palabras.

C.2 Idoneidad semiótica

A continuación se comentan los conflictos potenciales detectados en el análisis a priori efectuado a los textos seleccionados.

Con respecto al lenguaje:

- En la conversión de tablas de valores a gráficas cartesianas, se produce una serie de imágenes mentales de la gráfica que influyen en el proceso de representación. Si matemáticamente no se ha trabajado estableciendo relaciones entre estos dos tipos de lenguajes no se puede generar la función semiótica deseada y por lo tanto podrían provocarse posibles conflictos semióticos, como en los textos 1, 2 y 3 en los cuales no se presenta este tipo de conversión.
- Cuando el lenguaje simbólico no se corresponde con el lenguaje coloquial o está ausente, puede producirse un desajuste en la traducción generando una disparidad en la función semiótica correspondiente, por ejemplo en el uso del símbolo $\frac{dN}{dt}$ presentado en el texto 2, que establece la velocidad de crecimiento de la población, sino se ha trabajado la noción de límite funcional y la de derivada funcional no se entiende este concepto.
- Si desde la formación química, no se ha trabajado con la notación simbólica de compuestos químicos, se produce un desajuste entre el significado (contenido) y el significante (expresión), y no se podría activar la función semiótica necesaria, ya que al desconocer el símbolo no se conocen las reglas o convenios que lo definen. Esta situación puede presentarse en los textos 2, 3, 4, 5, 6 y 8 en los cuales figuran por ejemplo los compuestos SO_4 , CH_3SCH_3 , HNO_3 , H_2SO_4 sin su traducción correspondiente en el lenguaje coloquial.
- Según investigaciones realizadas (Duval, 1999) se detectan dificultades en la interpretación de las gráficas cuando se quiere obtener información respecto del proceso asociado. He aquí otro posible conflicto semiótico que puede presentarse, si no se han determinado correctamente las vinculaciones entre la representación gráfica de las funciones y su interpretación biológica. En el texto 2 se presenta una gráfica de intersección de sectores con información superpuesta, en los textos 2 y 3 figuran gráficas de barras y líneas superpuestas con dos ejes verticales y un eje horizontal, utilizando en estos casos la relación entre tres variables.

Con respecto a las imágenes:

- Si no se brindan apoyos para comprender los significados de los símbolos en las ilustraciones sintácticas, se pueden producir confusiones entre la realidad proyectada, la que constituye el plano figurativo, y la conceptualización que conforma al plano simbólico. Esta dificultad propicia un posible conflicto semiótico cuando no se logra separar el plano figurativo del simbólico, ya que se exige un mayor conocimiento del código simbólico en las imágenes de menor grado de iconicidad. Este conflicto se presenta por ejemplo en los textos 2, 3, 6 y

8.

Con respecto a la idoneidad:

- En los textos 4 y 6 para presentar el principio de Hardy- Weinberg, se utiliza la ecuación binomial, esto implica la adquisición previa de nociones algebraicas para que no se produzca un posible conflicto semiótico.

C.3 Idoneidad ecológica

Los libros de textos que se analizan se proponen para alumnos que cursan el Profesorado de Biología en la Provincia de Mendoza en los siguientes establecimientos: Instituto Superior del Profesorado San Pedro Nolasco; Instituto de Enseñanza Superior del Atuel (I.E.S. N° 9-011) del departamento de San Rafael; Escuela N° 9-002 Normal Superior “Tomas Godoy Cruz”; e Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Cuyo (ICB de la Uncuyo). Estos establecimientos educativos de formación docente se rigen actualmente por la Ley de Educación Superior N° 24521, sancionada en julio de 1995 (en adelante, Ley 24521), y expresa en su primer artículo que están comprendidas dentro de esta ley las instituciones de formación superior, sean universitarias o no universitarias, nacionales, provinciales o municipales, tanto estatales como privadas, todas las cuales forman parte del Sistema Educativo Nacional. Cabe aclarar que la única institución en Mendoza que otorga título universitario para esta carrera es el ICB de la Uncuyo, las demás instituciones pertenecen a las instituciones de educación superior no universitarias. En su artículo 3° establece que “la Educación Superior tiene por finalidad proporcionar formación científica, profesional, humanística y técnica en el más alto nivel, contribuir a la preservación de la cultura nacional, promover la generación y desarrollo del conocimiento en todas sus formas, y desarrollar las actitudes y valores que requiere la formación de personas responsables, con conciencia ética y solidaria, reflexivas, críticas, capaces de mejorar la calidad de vida, consolidar el respeto al medio ambiente, a las instituciones de la República y a la vigencia del orden democrático”.

Siguiendo esta ley en su artículo N° 15 es responsabilidad jurisdiccional de las provincias:

- Estructurar los estudios en base a una organización curricular flexible y que facilite a sus egresados una salida laboral;
- Articular las carreras afines estableciendo en lo posible núcleos básicos comunes y regímenes flexibles de equivalencia y reconversión;
- Prever como parte de la formación la realización de residencias programadas, sistemas de alternancia u otras formas de prácticas supervisadas, que podrán desarrollarse en las mismas instituciones o en entidades o empresas públicas o privadas;
- Tender a ampliar gradualmente el margen de autonomía de gestión de las instituciones respectivas, dentro de los lineamientos de la política educativa jurisdiccional y federal;
- Prever que sus sistemas de estadística e información educativa incluyan un componente específico de educación superior, que facilite el conocimiento, evaluación y reajuste del respectivo subsistema;

- Establecer mecanismos de cooperación interinstitucional y de recíproca asistencia técnica y académica.

Además se aclara en el artículo N° 16 que el Estado Nacional podrá apoyar programas de educación superior no universitaria, que se caractericen por la singularidad de su oferta, por su sobresaliente nivel de excelencia, por su carácter experimental y/o por su incidencia local o regional, y éstos serán denominados en 2007 Institutos de educación superior por el artículo 133 de la Ley N° 26206. Las funciones básicas de los Institutos de educación superior son las siguientes:

- Formar y capacitar para el ejercicio de la docencia en los niveles no universitarios del sistema educativo;
- Proporcionar formación superior de carácter instrumental en las áreas humanísticas, sociales, técnico-profesionales y artísticas. Las mismas deberán estar vinculadas a la vida cultural y productiva local y regional;
- Proporcionar formación superior de ese carácter en el área de que se trate y/o actualización, reformulación o adquisición de nuevos conocimientos y competencias a nivel de postítulo. Podrán asimismo desarrollar cursos, ciclos o actividades que respondan a las demandas de calificación, formación y reconversión laboral y profesional.

Con respecto a los planes de estudio, en el artículo N° 23 se establece que serán determinados respetando los contenidos básicos comunes para la formación docente que se acuerden en el seno del Consejo Federal de Cultura y Educación. Su validez nacional estará sujeta al previo reconocimiento de dichos planes por la instancia que determine el referido Consejo. Igual criterio se seguirá con los planes de estudio para la formación humanística, social, artística o técnico-profesional, cuyos títulos habiliten para continuar estudios en otros ciclos, niveles o establecimientos, o para el desempeño de actividades reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiere poner en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos o los bienes de los habitantes.

El objetivo principal de la formación docente es preparar para “saber enseñar” y en particular prepararlos para enseñar Biología, se trata de una capacitación que les permita elaborar, conducir y evaluar estrategias de enseñanza de contenidos biológicos que promuevan el aprendizaje de sus alumnos. Saber enseñar ciertos contenidos implica dominarlos, por lo cual la formación de futuros docentes supone la profundización del aprendizaje de conceptos básicos, procedimientos y actitudes que conforman los CBC (contenidos básicos comunes) definidos en este caso para el nivel de escolaridad Secundaria. Para enseñar Biología es necesario que los docentes posean un saber disciplinar, que integre aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales propios de la ciencia, y un saber sobre la enseñanza y el aprendizaje de la misma (contenido didáctico de la materia). En la provincia de Mendoza es la Dirección de Educación Superior de la Dirección General de Escuelas, la entidad responsable de definir los lineamientos necesarios para la carrera de Profesorado de Educación Secundaria en Biología, proponiendo su propio diseño curricular en abril de 2011. Se establece que la carrera tiene una duración de cuatro años con 2955 horas de formación para los estudiantes y su principal objetivo es contribuir al fortalecimiento de la Educación Secundaria Provincial, entendida ésta como una unidad pedagógica y como un factor estratégico para garantizar la equidad y la inclusión social dentro del marco general que plantean las políticas educativas nacionales y provinciales. Además pretende garantizar

una formación docente integral, a través del desarrollo equilibrado de los campos de formación pedagógica, específica y de la práctica profesional docente, con los aportes de las diferentes áreas del conocimiento. Este nuevo diseño curricular recupera los acuerdos federales plasmados en los lineamientos Curriculares Nacionales que plantean la docencia como una práctica de mediación cultural reflexiva y crítica, y como un trabajo profesional institucionalizado. A través del presente currículo se pretende formar un docente con capacidad de:

- Asumirse como un ser autónomo y colectivo, comprometido con la realidad sociocultural en la cual está inserto;
- Construir dinámicamente una identidad como profesional docente;
- Desplegar prácticas educativas en las cuales manifieste la capacidad de desempeñarse profesionalmente en diversas estructuras organizacionales, las orientaciones y modalidades de la Educación Secundaria;
- Mediar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Biología a partir de propuestas didácticas integradoras, tendientes a lograr significatividad y funcionalidad en el aprendizaje de las ciencias naturales en toda su relevancia y complejidad;
- Facilitar los aprendizajes a través de estrategias didácticas que apunten a resolver problemas significativos y relevantes para el contexto social y cultural particular de los sujetos;
- Programar y realizar evaluaciones diagnósticas, integradoras, continuas y sistemáticas, centradas en los procedimientos y saberes de la Biología, atendiendo a la diversidad de sujetos, situaciones y contextos, y que permitan valorizar cualitativamente los logros y potencialidades de los/as alumnos/as;
- Seleccionar y/o construir materiales y recursos didácticos a partir de criterios fundados desde la Biología que permitan el uso significativo y relevante de los mismos;
- Tomar decisiones sobre la distribución y optimización de los tiempos y del espacio áulico para la enseñanza de la Biología en Educación Secundaria.

En la Tabla 71 se presenta el Diseño Curricular propuesto en cuatro años y organizado en tres campos: campo de la formación general, campo de la formación específica y campo de formación en la práctica profesional docente, las cuales se proponen como estructuras formativas que reúnen un conjunto de saberes delimitados por su afinidad lógica, metodológica o profesional, y que se entrelazan y complementan entre sí. Están regidos por un propósito general que procura asegurar unidad de concepción y de enfoque curricular para todos sus elementos constitutivos.

Tabla 71
Diseño Curricular propuesto por la provincia de Mendoza, para el Profesorado de Biología

	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Campo de la formación general	Tecnologías de la comunicación y la información Promoción de la salud Prácticas de lectura, escritura y oralidad Pedagogía Historia política, social, económica y cultural de América Latina Didáctica general	Psicología educacional Historia y política de la educación Argentina Instituciones educativas	Filosofía Sociología de la educación	
Campo de la formación específica	Biología general Matemática Química General e Inorgánica Biología Celular y Molecular Bioestadística Química Orgánica y Biológica Ensayos de citogenética y evolución Física general	Genética Física Biológica Didáctica de la Biología I Biología de los microorganismos y los hongos Morfofisiología animal Morfofisiología vegetal Diversidad animal Sujetos de la educación	Biología humana Didáctica de la Biología II Ecología general Ciencias de la tierra Historia de las ciencias biológicas y su epistemología Diversidad vegetal Diversidad y evolución	Educación sexual Bioética Educación para la salud Educación ambiental
Campo de práctica profesional docente	Práctica Profesional Docente I	Práctica Profesional Docente II	Práctica Profesional Docente III	Práctica Profesional Docente IV

Teniendo en cuenta este Diseño Curricular que presenta la provincia de Mendoza, se analizan los Diseños curriculares propuestos por los Institutos de Formación Docente mencionados anteriormente:

- **Instituto Superior del Profesorado San Pedro Nolasco**

Carrera: Profesorado de Biología

Título a otorgar: Profesor de tercer ciclo de la EGB y de la Educación Polimodal en Biología

Duración de la carrera: 4 años

Principios: Formación de docentes con dignidad, permanencia en los valores y una sólida formación profesional, comprometidos con la realidad, capaces de dar testimonio de la síntesis: fe, cultura y vida. Fortalecimiento de la identidad mercedaria torresiana y desarrollo del nivel académico. Fortalecimiento de la Institución como centro que se proyecta a la sociedad transformándola, desde una perspectiva liberadora de educar para redimir. Afianzamiento de convicciones y actitudes para el desempeño responsable del rol del alumno como artífice de su propio proyecto de vida.

Organización de los espacios curriculares: El Profesorado está organizado en cinco trayectos, el socio político histórico, el pedagógico didáctico, el de la práctica profesional, el de la formación orientada: Biología y el espacio de la formación católica. Se presentan en la Tabla 72.

Tabla 72
Diseño Curricular propuesto por el Instituto Superior del Profesorado San Pedro Nolasco

	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Trayecto socio político histórico	Sistema Educativo Problemática socio cultural Instituciones Educativas Problemática del conocimiento		Espacio abierto: Antropología filosófica	
Trayecto pedagógico didáctico		Didáctica y currículo Sujeto, aprendizaje y contexto	Espacio abierto: Ética profesional	Informática educativa
Trayecto de la practica profesional	Practica e Investigación educativa I	Practica e Investigación educativa II	Practica e Investigación educativa III	Practica. Residencia e Investigación educativa
Trayecto de la formación orientada: Biología	Biología Matemática Química General e Inorgánica Química Orgánica y Biológica Ciencias de la Tierra	Biología molecular y celular Física I Microbiología Bioestadística Epistemología de las Ciencias naturales Biología animal I Biología vegetal I Genética	Física II Biología vegetal II Didáctica de las Ciencias naturales EGB3 Biología animal II Didáctica de las Ciencias naturales N Polimodal	El hombre y la salud Sistemas ecológicos Espacio abierto: optativa
Espacio de la formación católica	Teología fundamental y revelación	Dios, la creación y el hombre	Introducción a la Cristología	El misterio de la Iglesia

• **Instituto de Enseñanza Superior del Atuel (I.E.S. N° 9-011)**

Carrera: Profesorado de Biología

Título a otorgar: Profesor de Educación Secundaria en Biología

Duración de la carrera: 8 semestres

Principios: El camino que recorremos se profundiza en el proceso de resignificación del mandato fundacional, que sostenemos en forma creciente y continua, ante las demandas de la comunidad del sur mendocino. Este proceso se construye con sus actores, sujetos sociales portadores de contexto, que presentan características socio, económicas, culturales, que dan, también, identidad a la institución.

Organización de los espacios curriculares: Esta organización se muestra en la tabla 73.

Tabla 73

Diseño Curricular propuesto por el Instituto de Enseñanza Superior del Atuel (I.E.S. N° 9-011)

Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Pedagogía	Psicología Educacional	Filosofía Sociología de	Educación Sexual
Prácticas de Lectura, escritura y oralidad	Historia y Política de la Educación Argentina	la Educación Ciencias de la Tierra Historia de las Ciencias Biológicas y su Epistemología	Bioética Educación para la Salud
Promoción de la Salud	Sujetos de la Educación	Diversidad Vegetal	Educación Ambiental
Tecnologías de la Información y la Comunicación	Instituciones Educativas	Biodiversidad y Evolución Biología Humana Ecología	Unidad de Definición Institucional CFE 1° C
Historia Social, Política Económica de América Latina	Biología de los Microorganismos y Hongos Morfofisiología Animal	General Didáctica de la Biología II Práctica Profesional Docente III	Unidad de Definición Institucional CFG 1° C
Didáctica General	Morfofisiología Vegetal		Unidad de Definición Institucional CFE 2° C
Matemática	Diversidad Animal		Unidad de Definición Institucional CFG 2° C
Química General e Inorgánica	Física Biológica		Práctica Profesional Docente IV
Física General	Genética		
Biología Celular y Molecular	Didáctica de la Biología I		
Ensayos de Citogenética y Evolución	Práctica Profesional Docente II		
Práctica Profesional Docente I			

- **Escuela N° 9-002 Normal Superior “Tomas Godoy Cruz”**

Carrera: Profesorado de Biología

Título a otorgar: Profesor de Biología

Duración de la carrera: 4 años

Principios: Un sólido conocimiento disciplinar abarcativo de la lógica específica de la Biología y sus vinculaciones con otras áreas del saber. Una actitud que le permita asumir su rol docente como un proceso sostenido de perfeccionamiento y actualización.

Organización de los espacios curriculares: Esta sistematización se detalla en la Tabla 74.

Tabla 74

Diseño Curricular propuesto por la Escuela N° 9-002 Normal Superior “Tomas Godoy Cruz”

Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año
Biología general	Física I	Problemática socio	Informática educativa
Química general e inorgánica	Biología celular y Molecular	cultural Informática educativa Física II	El Hombre y la salud Sistema ecológico
Química orgánica y Biológica	Microbiología Bioestadística	Biodiversidad vegetal II Didáctica de las	Espacio abierto Seminario Práctica, residencia e investigación IV
Ciencias de la Tierra Sistema educativo	Sujeto, Aprendizaje y contexto II	Ciencias naturales I Espacio abierto	
Instituciones Educativas	Currículo y Didáctica II	Biodiversidad animal II	
Problemática Socio cultural	epistemología de las Ciencias naturales	Didáctica de las ciencias naturales II	
Problemática del conocimiento	Biodiversidad animal I Biodiversidad vegetal I	Evolución Práctica e investigación educativa III	
Matemática	Genética		
Práctica e Investigación Educativa I	Instituciones educativas Práctica e investigación educativa II		

- **Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Cuyo (ICB de la Uncuyo)**

Carrera: Profesorado universitario de Biología

Título a otorgar: Profesor de Grado Universitario en Ciencias Básicas, Orientación Biología

Duración de la carrera: 5 años

Principios: promover el desarrollo de excelencia y modernización de la investigación y enseñanza de las Ciencias Básicas.

Organización de los espacios curriculares: El Profesorado está organizado en tres ciclos, el Ciclo Básico común a todas las orientaciones que brinda una formación general sólida en las Ciencias Exactas y Naturales; el Ciclo Orientado que permite profundizar los conocimientos en aspectos teóricos y experimentales. Está constituido por un núcleo de espacios curriculares obligatorios y un espacio reservado a actividades electivas que permite abarcar conocimientos en áreas específicas o bien, la actuación en campos interdisciplinarios y el Ciclo de Formación Docente del Profesorado que Incorpora un tramo curricular común a todas las orientaciones, que brinda la formación adecuada en áreas pedagógicas generales y específicas de los niveles educativos en los que podrá actuar. Asimismo, cuenta con un tramo especial enfocado en la enseñanza que incluye formación pedagógica especializada y prácticas profesionales supervisadas. Se presenta en la Tabla 75.

Tabla 75
Diseño Curricular propuesto por Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Cuyo (ICB de la Uncuyo)

Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
Calculo I	Historia de la	Física general III	Genética	Epistemología
Química general	Ciencia	Biología Celular	Biología animal	de la Ciencia
Biología general	Física General II	Biología Vegetal	Ecología	Taller de
Introducción al	Informática Nivel I	Microbiología	Didáctica y	Preparación de
Álgebra Lineal	Química Orgánica	Fisiología vegetal	Currículo	prácticas de
Física general I	Probabilidad y	Biología molecular	Fisiología animal	gabinete en
	Estadística	Teoría de la	Evolución	Biología
	Ingles Nivel I	educación Sujeto	Sistema e	Práctica
	Ciencias de la Tierra	del aprendizaje	Institución	Educativa en
	Química Biológica		educativa	Biología
	Ingles Nivel II		Didáctica de las	
			Ciencias básicas y	
			de la Biología	

Aunque existen diferencias significativas en la presentación y tratamiento de los contenidos que figuran en los textos, se observa que se corresponden con los propuestos en los documentos curriculares definidos para este nivel.

3.3.5 Síntesis de resultados

Luego de realizado el análisis ontosemiótico a las diferentes propuestas didácticas seleccionadas para el Profesorado de Biología, se enuncian los siguientes resultados:

- **Con respecto a la pertinencia**

Los capítulos de BP presentan en promedio un 92% de signos naturales frente a un 8% de signos artificiales. Este porcentaje es similar al hallado para los textos escolares de Biología, como también es semejante en los resultados obtenidos para la clasificación de los signos artificiales. El mayor porcentaje corresponde a los signos propiamente artificiales con un 79%, le siguen con un 13% los signos gráficos únicos, con 5% los signos compuestos por varias letras y con un 3% las figuras. Los términos tampoco figuran en estas propuestas editoriales; sin embargo a diferencia de los textos escolares, si figuran signos estrictamente artificiales, como la notación diferencial para designar la variación de la velocidad de incremento intrínseca, en función de la variación del tiempo.

Para la clasificación propuesta a las representaciones gráficas en *diagramas, gráficas, mapas e ilustraciones*; se observó que el 60% corresponde a las ilustraciones, el 25% a las gráficas, el 12% a los mapas y el 3% a los diagramas. Comparando con los textos escolares, se detecta un aumento en el uso de las gráficas y de los mapas, y una disminución en el uso de las ilustraciones.

De los diagramas hallados el 39% corresponde a los diagramas cartesianos, el 26% para los diagramas de barras y para los gráficos cartesianos el 18%. Las tablas ocupan el 7% y los diagramas arbolares el 4%. No se utilizan histogramas ni diagramas de bastones, en coincidencia con los textos escolares. Los diagramas de pastel tienen una frecuencia porcentual del 6% aunque sólo figuran en un texto. Todas las representaciones gráficas figuran en mayor cantidad que en los textos escolares.

De los mapas hallados, el mayor porcentaje (40%) se refiere a los dibujos esquemáticos, con similar porcentaje los mapas geográficos en un 37%, el 20% para las pirámides tróficas y el 2% para los planos y sólo un 1% para los croquis.

Para la clasificación de las ilustraciones, se observa que el 56% corresponde a las fotografías y el 44% a los dibujos, en este caso disminuye un poco el uso de fotografías pero aumenta el de dibujos con respecto a los textos escolares.

En estos textos se advierte un aumento considerable del uso de los diagramas y gráficos cartesianos, además se visualizan todas las categorías de diagramas analizados, a diferencia de los textos escolares en los cuales sólo se observaron diagramas de líneas y de líneas comparativas. El 43% corresponde a diagramas de líneas comparativas, luego con un 26% se utilizan los de líneas, los diagramas de líneas y figuras en un 16%, y el que menos se usa es el diagrama de intersección de regiones con un 1%.

- **Con respecto a la adecuación**

Siguiendo la clasificación propuesta para la *iconicidad*, se observa que el 56% corresponde a las fotografías, el 11% para los dibujos esquemáticos+signos y con similar porcentaje (10%) los dibujos esquemáticos. Los dibujos figurativos y los figurativos+signos poseen la misma frecuencia porcentual (8%) y los de menor porcentaje corresponden a la descripción en signos normalizados. Se observa el aumento considerable de dibujos esquemáticos y esquemáticos+signos y la disminución de dibujos figurativos con relación a los textos escolares.

Para la *funcionalidad*, con un 90% se utilizan las ilustraciones operativas, y con un 10% a las sintácticas. No figuran ilustraciones inoperantes.

Las ilustraciones relacionales aparecen en mayor porcentaje (81%) para la clasificación en *etiquetas verbales*, siguiendo con un 14% para las nominativas y sólo con un 5% para las que no tienen etiquetas.

- **Con respecto a la idoneidad**

Al valorar la idoneidad *epistémica* se observa que en todos los textos se utiliza un lenguaje científico-técnico, es decir un lenguaje verbal e icónico, figurando también como en los textos escolares en mayor porcentaje el lenguaje verbal. En estos textos si figuran las traducciones del lenguaje verbal al simbólico, realizando también conversiones de representaciones, y sólo en dos textos se utiliza la notación científica. En la mayoría la nomenclatura binomial designa a las diferentes especies estudiadas.

De las distintas situaciones presentes, los cuestionarios ocupan el mayor porcentaje

(57%), seguidas de las experiencias de laboratorio con el 33% y los problemas con el 10%. No figuran ejercicios.

Los textos analizados para este nivel educativo presentan operaciones, algoritmos y diferentes técnicas de cálculos, también deducciones de ecuaciones referidas a conceptos específicos de BP.

De similar forma que en los textos escolares, los principales conceptos que se estudian en BP, como evolución, especie y población, presentan definiciones diferentes, en ocasiones se mencionan pero no se definen.

Se enuncian principios, propiedades y leyes referidas a conceptos de BP, como la Regla de Hamilton, el principio de Hardy- Weinberg o la Hipótesis de Oparin, entre otros. En todos los textos se utilizan argumentos lógico-rationales, ejemplificaciones y reformulaciones de ideas.

Con respecto a la idoneidad *semiótica* y en especial a los conflictos potenciales, se detecta que si matemáticamente no se ha trabajado en la conversión de diferentes representaciones, como por ejemplo de tablas de valores a RGC, o si no se han abordado conceptos previos como el de “límite funcional y/o función derivada”, se producen disparidades en la función semiótica correspondiente. Es el caso del uso de la notación simbólica $\frac{dN}{dt}$, que establece la variación de la velocidad de crecimiento de una población en función del tiempo, con notación diferencial. También se potencian los conflictos cuando no se ha trabajado correctamente la vinculación entre la representación gráfica de funciones y su interpretación biológica, utilizando por ejemplo gráficas con datos solapados o con más de dos variables.

Cuatro textos presentan posibles conflictos en las imágenes al no brindar apoyo para comprender los significados de los símbolos en las ilustraciones sintácticas.

Con relación a la idoneidad *ecológica*, las propuestas editoriales analizadas se adecuan a los contenidos curriculares definidos para los profesorado de Biología según la Ley de Educación Superior en Argentina.

3.3.6 Conclusiones del capítulo

Aunque el lenguaje es mayoritariamente verbal en todos los textos analizados en los capítulos de BP, con respecto a la pertinencia semiótica, se observa que es mayor en los libros de texto universitarios, ya que en los textos escolares es muy baja la cantidad de gráficas halladas, en particular es nula la cantidad de gráficas cartesianas y muy bajo el porcentaje de diagramas cartesianos, además no se utilizan todas las categorías que se han definido para los signos matemáticos artificiales, ni tampoco figuran conversiones de las mismas. Se puede concluir que los libros de texto de Profesorado de Biología hacen un uso más extendido de la potencialidad formativa de la multiplicidad del lenguaje que los textos de Educación Secundaria. Concretamente, hacen un uso más amplio de los diagramas y gráficos cartesianos, favoreciendo la *conversión* de estas representaciones.

Las ilustraciones ocupan casi el veinticinco por ciento de las páginas en los textos universitarios, en su mayoría se usan las fotografías e ilustraciones operativas y relacionales. Se observa distinto grado de iconicidad y funcionalidad con respecto a los textos de nivel secundario que presentan casi el cincuenta por ciento de sus páginas con mayor incidencia de fotografías e ilustraciones inoperantes. Por lo tanto se puede concluir que existen diferentes grados de adecuación semiótica en los dos grupos de textos analizados. Los textos utilizados en la formación del Profesorado de Biología presentan menor grado de iconicidad que los textos escolares, y mejor funcionalidad y operacionalidad con relación a las ilustraciones halladas.

Los conceptos de “evolución”, “especie” y “población” se definen de diferentes formas y en algunos textos sólo se los menciona, además en los textos universitarios se enuncian propiedades, principios y leyes biológicas. Los textos escolares, a diferencia de los de Profesorado, no utilizan la notación binomial, tampoco la notación científica, ni diferentes técnicas de cálculo o algoritmos. Por lo cual, se puede concluir que la idoneidad epistémica en estos textos analizados solamente es coincidente en el uso de argumentos lógico-rationales y en las diferentes diagramaciones que se utilizan para presentar sus actividades, que en mayor porcentaje se refieren a cuestionarios. La actividad semiótica de *tratamiento* se beneficia más en los textos de formación del Profesorado de Biología.

Además con relación a los posibles conflictos semióticos, se puede concluir que en los textos universitarios se vinculan con el uso de la notación simbólica referida a conceptos de límite funcional y función derivada, si los mismos no han sido previamente abordados; en los símbolos que presentan las ilustraciones sintácticas, como también en la interpretación biológica de RGC en las cuales se utilizan más de dos variables o se presentan datos solapados. En los textos escolares se refieren al uso de la notación simbólica de compuestos químicos, o en los diagramas cartesianos que carecen de leyendas.

Con respecto a la idoneidad ecológica, se concluye que estas propuestas editoriales se adecuan a los contenidos curriculares definidos para cada uno de los niveles educativos propuestos; sin embargo se observan diferencias en la presentación de los contenidos y en su tratamiento.

Capítulo 4

Diagnóstico de las dificultades
cognitivas que presentan los alumnos de
Educación Secundaria cuando
interactúan con RGC y conceptos de BP

La sal es visible en un grano
e invisible cuando esta disuelta,
es el gusto el que conoce su existencia.
Anónimo

4.1 Introducción

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del análisis ontosemiótico realizado a los libros de textos de Biología en el capítulo anterior, y las investigaciones plasmadas en este sentido por diversos autores (González Astudillo y Sierra Vázquez, 2004; García García, 2005; Pozo y Flores, 2007; Font et al., 2008; Suárez y Cordero, 2008; Arias et al., 2011), en este capítulo se describen las exploraciones realizadas durante dos ciclos lectivos, con la finalidad de detectar las dificultades cognitivas que pudieran aparecer en los estudiantes de Educación Secundaria cuando se les presentan actividades de enseñanza-aprendizaje que implican RGC relacionadas con contenidos de BP.

4.2 Descripción general de los estudios exploratorios

Durante dos ciclos lectivos (2011 y 2012) se realizaron estudios exploratorios consistentes en la observación de clases y evaluaciones formales escritas. La muestra de estudiantes (12 - 14 años) seleccionada en el ciclo lectivo 2011, correspondió al 8° año de la EGB (Tercer Ciclo de la Educación General Básica) del colegio José Vicente Zapata en la ciudad de Mendoza, Argentina. Luego, acorde a las modificaciones en la legislación educativa argentina (Ley N° 26206/2006), el segundo ciclo analizado (2012), correspondió al primer año de cursado de la Educación Secundaria básica del mismo establecimiento educativo, con alumnos de la misma edad que en el ciclo anterior. En este nivel educativo según el diseño curricular vigente desde el año 2006, se desarrollaban contenidos vinculados a la Ecología en general y a la BP en particular. La exploración utilizó los diseños de aplicación que el docente de aula resolvió a los efectos de llevar adelante el contenido programático.

En el Diseño Curricular jurisdiccional propuesto en el año 2008 por la Dirección General de Escuelas de la Provincia de Mendoza, se sugiere que la función social de la escuela debe ser la de formar a los alumnos para comprender la realidad e intervenir en ella, lo cual implica tener que enseñar para la complejidad, o sea, aproximarse a ella desde un enfoque globalizador. En especial el paradigma de la complejidad (Morin, 1995; Ferrer, 1998, citados en Romero Pérez, 2005), aporta a los modelos didácticos la toma de decisiones desde una visión holística, considerando así, la totalidad de los componentes del proceso educativo (Mayorga y Madrid, 2010). De este modo, la lógica de las disciplinas que conforman el área de Ciencias Naturales contribuye a la formación de capacidades para resolver problemas de Física, Química, Biología y Ciencias de la Tierra, problemas de impacto ambiental en diferentes procesos o problemas de análisis e interpretación de la evolución, cambio y equilibrio de diversos sistemas.

Desde los NAPs (Núcleos de Aprendizajes Prioritarios) definidos por el Ministerio de Educación de la Nación Argentina (2006) y desde los “saberes indispensables para la Educación Secundaria básica”, redefinidos en 2012 desde la jurisdicción provincial, se manifiesta la integración de contenidos para potenciar la formación de capacidades, expuestos mediante diversos documentos curriculares de apoyo para el trabajo en el aula. Es así, como se justifica el trabajo didáctico que conduce a la mirada holística. Los contenidos del dominio de Biología se expresan de modo espiralado en una mirada diacrónica del currículum. De este modo, en la Educación Secundaria básica se desarrollan conceptos estructurantes que serán funcionales a la construcción de conceptos y al desarrollo de capacidades respecto de la Ecología, específicamente en BP, en la Educación Secundaria orientada.

Para el tratamiento de los datos obtenidos se aplicó una metodología mixta, lo que permite no solamente analizar cuantitativamente, sino generar explicaciones, tratando de dilucidar las razones de los resultados. La Tabla 76 visualiza las características de las muestras implicadas en los dos ciclos lectivos investigados:

Tabla 76
Muestras implicadas en la investigación

	Edad estándar de los estudiantes	Número de estudiantes	Clase de estudio	Documentos analizados
Ciclo 2011	12-14	84	Diagnóstico	Cuestionario (19 ítems)
Ciclo 2012	12-14	83	Diagnóstico	Cuestionarios: T1 (13 ítems) T2 (13 ítems)

Con la finalidad de revelar los modelos de intervención para el desarrollo de conceptos estructurantes vinculados a la temática que nos ocupa, se analizaron los instrumentos de mediación didáctica y la interacción de los estudiantes a partir de las estrategias y recursos seleccionados por el docente a cargo. Este análisis se realizó teniendo en cuenta las actividades ligadas a la semiosis, las funciones cognitivas, las dimensiones y los indicadores que figuran en la Tabla 17, capítulo 2. Si bien en el 2011 el cuestionario

fue propuesto como instrumento de aprendizaje y resuelto por los estudiantes en parejas, en el 2012 se propuso otro como instrumento de evaluación para ser respondido individualmente.

4.3 Ciclo 2011

4.3.1 Descripción del instrumento didáctico

En el 2011, el docente propuso a sus estudiantes un instrumento didáctico que contenía textos y RGC con la información necesaria para resolver un cuestionario de 19 ítems sobre las mismas, 17 de los cuales demandan distintos tipos de interacciones semióticas. El instrumento completo se muestra en el Anexo 1. Los contenidos conceptuales estudiados del campo de la Biología fueron sobre fisiología vegetal, etología y dinámica poblacional. Los conceptos centrales formaban parte de los desarrollos didácticos del segundo y tercer trimestre (finalizando este ciclo lectivo), y se vincularon a conceptos sobre la dinámica poblacional. Se observaron los intercambios en el aula y se advirtió que los estudiantes se desempeñaron en equipos de dos integrantes para resolver las consignas dadas; el docente actuó como un mediador activo. El instrumento aplicado estaba conformado por tres secciones, cada una con un texto introductorio, una RGC y una serie de cuestiones referidas a las mismas, sumando el total de 19 ítems. Los estudiantes podían leer las gráficas cartesianas que presentaban datos en ambos ejes y debían luego responder a las preguntas que asociaban la información dada por la gráfica con funciones biológicas específicas.

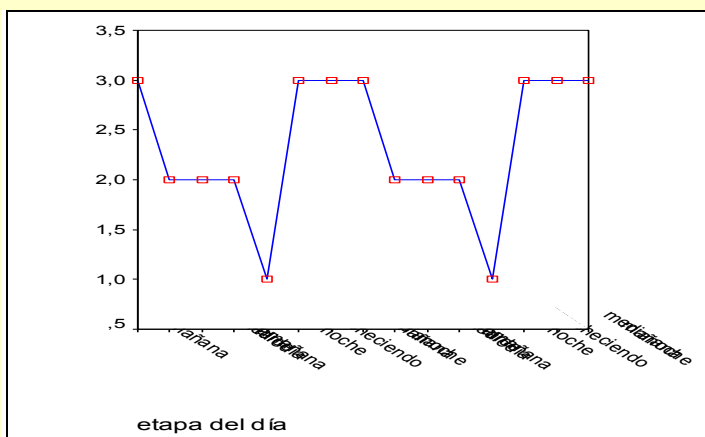
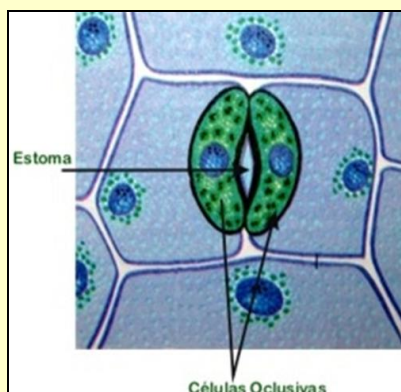
- **Primera sección**

En esta sección, se presentaba a los estudiantes un dibujo de los estomas de una planta y una RGC de líneas y puntos que describe el grado de apertura de los estomas durante las distintas etapas del día (mañana, media mañana, medio día, tarde, media tarde, noche y media noche). Luego se les proponía 7 ítems referidos a la interpretación de la RGC y a conceptos específicos de BP (fisiología vegetal; adaptaciones al ambiente árido, regulación equilibrio hídrico, función nutrición, fotosíntesis y respiración). La Figura 63 recoge el cuestionario de la primera sección.

Para analizar el desempeño de los estudiantes respecto de las actividades semióticas, se determinó para cada uno de los ítems, la variable semiótica y el indicador correspondiente. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 77.

PRIMERA SECCIÓN

Un estudio realizado en plantas que pueblan áreas secas permitió comprobar que los estomas se abren o se cierran según las horas del día. Los resultados se muestran en la siguiente gráfica. Los estudiosos representaron el grado de apertura con números, entonces el 1 representa a un estoma semiabierto, el 2 al estoma cerrado y el 3 al abierto.



1. ¿En qué etapa del día los estomas permanecen cerrados?
2. ¿En qué etapa del día los estomas permanecen abiertos?
3. ¿En qué etapa del día registraron estados de semiapertura?
4. A través de los estomas la planta intercambia sustancias en estado gaseoso con el medio ambiente. Uno de ellos es el CO_2 necesario para la fotosíntesis. Este proceso ocurre durante las horas de luz y demanda gran cantidad de ese gas. Los estudiosos comprobaron que las moléculas de dióxido de carbono se unían a otra que actúa de recepcionista y las “guarda” hasta que sale el Sol y se utilizan en la fabricación de la glucosa. Imagina que la molécula recepcionista se represente de la siguiente manera:




Representa mediante el modelo de esferas a la molécula de CO_2 y únela al modelo anterior.

5. A través de los estomas sale el agua en estado gaseoso, ¿de qué proceso vital de los seres vivos proviene?
6. ¿Qué sucedería si la planta que habita el ambiente seco permaneciera con los estomas abiertos durante el día?
7. ¿Qué crees que pasará con las moléculas de agua generadas mientras los estomas están cerrados? ¿Qué hará la planta?

Figura 63. Primera sección del instrumento didáctico

Tabla 77
Ítems propuestos en la primera sección, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente

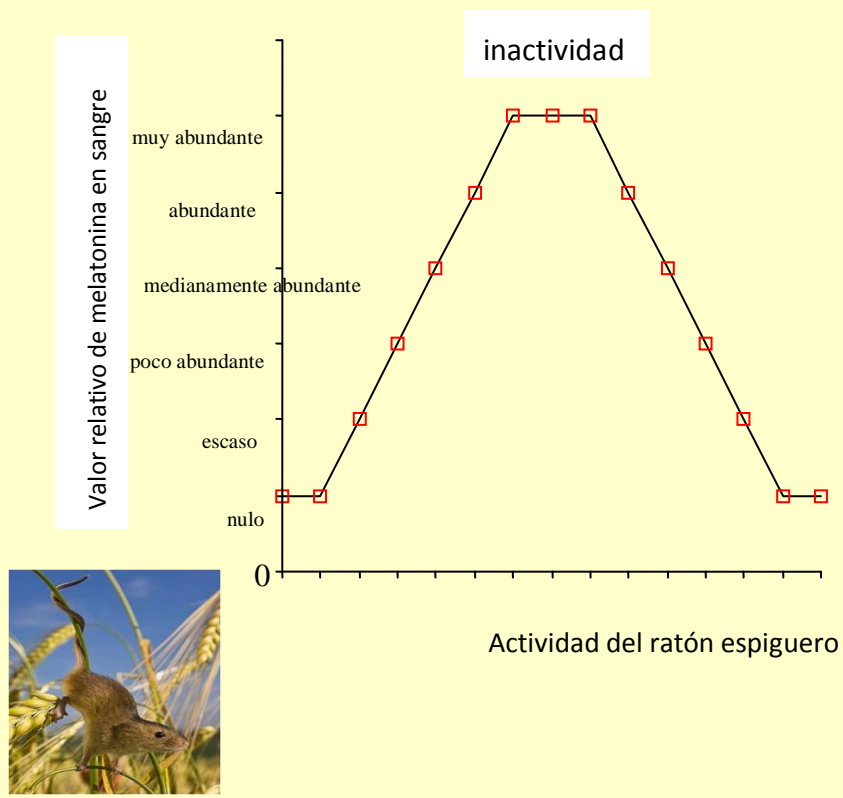
Ítem	Indicador	Actividad Semiótica
1. ¿En qué etapa del día los estomas permanecen cerrados?	Valores de las variables (VV)	<i>Formación</i>
2. ¿En qué etapa del día los estomas permanecen abiertos?	Valores de las variables (VV)	<i>Formación</i>
3. ¿En qué etapa del día registraron estados de semiapertura?	Valores de las variables (VV)	<i>Formación</i>
4. A través de los estomas la planta intercambia sustancias en estado gaseoso con el medio ambiente. Uno de ellos es el CO ₂ necesario para la fotosíntesis. Este proceso ocurre durante las horas de luz y demanda gran cantidad de ese gas. Los estudiosos comprobaron que las moléculas de dióxido de carbono se unían a otra que actúa de recepcionista y las “guarda” hasta que sale el Sol y se utilizan en la fabricación de la glucosa. Imagina que la molécula recepcionista se represente de la siguiente manera: 	Comprensión del problema (CP) Emisión de la respuesta (ER)	<i>Tratamiento</i>
Representa mediante el modelo de esferas a la molécula de CO ₂ y únela al modelo anterior.	Conversión de representaciones (CR)	<i>Conversión</i>
5. A través de los estomas sale el agua en estado gaseoso, ¿de qué proceso vital de los seres vivos proviene?	No relacionado con actividades semióticas	
6. ¿Qué sucedería si la planta que habita el ambiente seco permaneciera con los estomas abiertos durante el día?	Comprensión del problema (CP) Emisión de la respuesta (ER)	<i>Tratamiento</i>
	Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	<i>Formación</i>
7. ¿Qué crees que pasará con las moléculas de agua generadas mientras los estomas están cerrados? ¿Qué hará la planta?	No relacionado con actividades semióticas	

• **Segunda sección**

El texto introductorio en esta segunda sección (ver Figura 64), se refirió al ratón espiguero (*Micromis minutus*), en especial a la sustancia que se encuentra en su sangre: la melatonina, y la relación que existe entre su actividad con el ciclo luz-oscuridad que se produce cada 24 horas. La RGC expresa la relación entre la actividad del ratón y la cantidad de melatonina en su sangre, en diferentes horas del día. Se observa que el eje de abscisas carece de los valores que toma la variable: “actividad del ratón espiguero”. Siguen 6 preguntas referidas a la lectura, interpretación y construcción de la RGC.

SEGUNDA SECCIÓN

El ratón espiguero (*Micromis minutus*) presenta periodos de actividad-inactividad en relación con el ciclo luz-oscuridad que se produce cada 24 horas. La presencia de luz hace que no se encuentre en la sangre del ratón una sustancia denominada melatonina. El gráfico expresa la relación que existe entre la actividad del ratón y la cantidad de melatonina en la sangre, en diferentes horas del día.



Interpreta y responde:

- 1-Si pudieras agregarle datos al eje de las abscisas (horizontal) o *eje de las x*, ¿qué datos agregarías? Hazlo en la gráfica.
- 2-¿Qué etapa del ciclo luz-oscuridad mantiene al ratón altamente activo?
- 3-¿Qué etapa del ciclo luz-oscuridad mantiene al ratón inactivo-durmiendo?

- 4-El paso de la actividad a la inactividad, ¿crees que es gradual o brusco (de repente)? ¿Puedes justificar escribiendo una sencilla frase? Hazlo.
- 5-Si el ratón fuera presa de un predador de hábitos nocturnos, ¿crees que habría posibilidad de que ambos se encuentren activos en la misma etapa del ciclo luz-oscuridad?
- 6-La curva que relaciona la actividad del predador con la cantidad de melatonina en su sangre, ¿sería igual a la que presenta el gráfico N°3?_____ Si tu respuesta es negativa, por favor dibuja la curva que represente al predador, en el mismo gráfico N°3

Figura 64. Segunda sección del instrumento didáctico

En esta segunda sección también se analizaron cada uno de los ítems propuestos, la actividad semiótica que favorece y sus indicadores, alcanzando los resultados de la Tabla 78.

Tabla 78
Ítems propuestos en la segunda sección, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente

Ítem	Indicador	Actividad Semiótica
1-Si pudieras agregarle datos al eje de las abscisas (horizontal) o <i>eje de las x</i> , ¿qué datos agregarías? Hazlo en la gráfica.	Ubicación de las variables (UV)	Formación
2-¿Qué etapa del ciclo luz-oscuridad mantiene al ratón altamente activo?	Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)	Tratamiento
3-¿Qué etapa del ciclo luz-oscuridad mantiene al ratón inactivo-durmiendo?	Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)	Tratamiento
4-El paso de la actividad a la inactividad ¿crees que es gradual o brusco (de repente)? ¿Puedes justificar escribiendo una sencilla frase? Hazlo.	Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	Formación
5-Si el ratón fuera presa de un predador de hábitos nocturnos, ¿crees que habría posibilidad de que ambos se encuentren activos en la misma etapa del ciclo luz-oscuridad?	Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	Tratamiento
	Comprensión del problema (CP)	Formación
	Emisión de la respuesta (ER)	
6-La curva que relaciona la actividad del predador con la cantidad de melatonina en su sangre, ¿sería igual a la que presenta el gráfico N°3?_____ Si tu respuesta es negativa, por favor dibuja la curva que represente al predador, en el mismo gráfico N°3	Comprensión del problema (CP)	Tratamiento
	Emisión de la respuesta (ER)	

• **Tercera sección**

En esta última sección (Figura 65) se introdujo un texto relativo a la población de orugas (*Pseudaletia unipuncta*) desfoliadoras de la planta de trigo, y una RGC de líneas comparativas que expresa la relación entre la densidad de orugas infectadas con virus y las que no lo están, durante los años 1974 hasta 1990. Se completó con 6 ítems referidos a la interpretación del texto y de la RGC propuesta.

TERCERA SECCION

Las orugas desfoliadoras de la planta de trigo, como la “oruga militar verdadera” (*Pseudaletia unipuncta*) pueden ser afectadas por virus. En un campo de trigo se realizaron estudios sobre la población de orugas entre los años 1974 y 1990. Los datos de los censos para determinar la densidad de población de orugas, se registraron en tablas y luego se construyó un gráfico como el siguiente (gráfico N° 4).

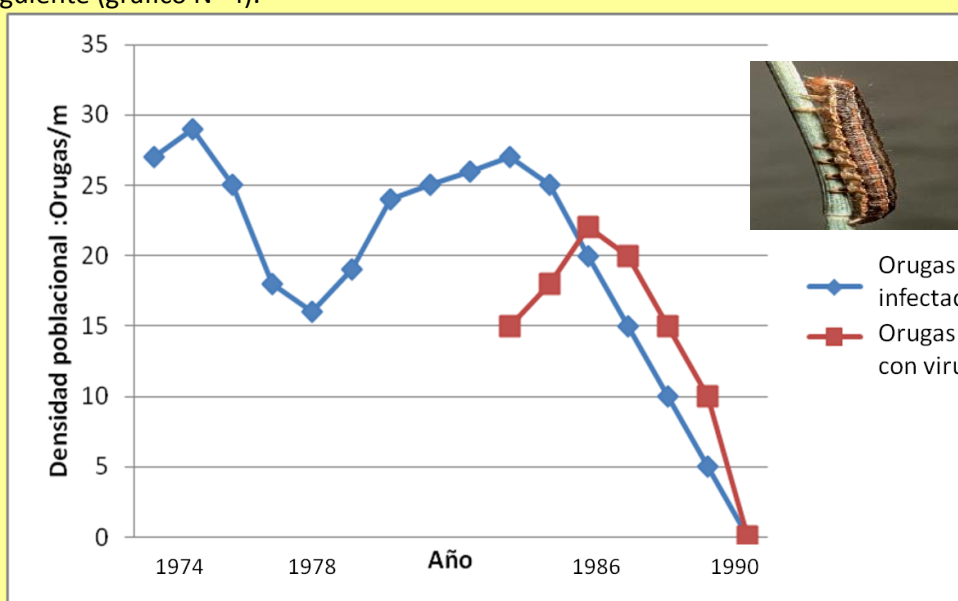


Gráfico N° 4: Densidad población de orugas

A partir de la lectura del gráfico:

1. Teniendo en cuenta el concepto de población, ¿la investigación se resolvió sobre la observación de una población o de dos poblaciones? _____
2. ¿En qué año se observó mayor número de orugas no infectadas? _____
3. ¿En qué año aproximadamente aparecen en el campo las orugas con virus? _____
4. ¿En qué año se observó mayor número de orugas con virus? _____
5. ¿Qué sucede en el año 1990 con las orugas no infectadas y con las infectadas? _____
6. Imagina que las orugas resisten a los virus, y éstos no las infectan. ¿La población de orugas desaparecería? _____ Si tu respuesta es negativa, ¿Cuál sería el factor limitante para el desarrollo de la población de orugas? _____

Figura 65. Tercera sección del instrumento didáctico

El análisis de los ítems se realizó identificando la actividad semiótica y el indicador que los caracterizaba, como se muestra en la Tabla 79.

Tabla 79

Ítems propuestos en la tercera sección, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente

Ítem	Indicador	Actividad Semiótica
1. Teniendo en cuenta el concepto de población, ¿la investigación se resolvió sobre la observación de una población o de dos poblaciones?	Comparación de variables (CV)	Formación
2. ¿En qué año se observó mayor número de orugas no infectadas?	Ubicación de las variables (UV)	Formación
3. ¿En qué año aproximadamente aparecen en el campo las orugas con virus?	Ubicación de las variables (UV)	Formación
4. ¿En qué año se observó mayor número de orugas con virus?	Ubicación de las variables (UV)	Formación
5. ¿Qué sucede en el año 1990 con las orugas no infectadas y con las infectadas?	Clasificación de la relación entre las variables (CRV)	Formación
6. Imagina que las orugas resisten a los virus, y éstos no las infectan. ¿La población de orugas desaparecería?_____ Si tu respuesta es negativa, ¿Cuál sería el factor limitante para el desarrollo de la población de orugas?	Comprensión del problema (CP) Emisión de la respuesta (ER)	Tratamiento

4.3.2 Evaluación de la observación realizada

En los 19 ítems propuestos en las tres secciones conjuntas, según el análisis mostrado en las Tablas 77, 78 y 79, hay involucradas 12 actividades de *formación*, 7 de *tratamiento* y 1 de *conversión*, pues en algunos ítems se combina más de una actividad. La Figura 66 muestra la proporción hallada de las variables semióticas para el instrumento didáctico completo.

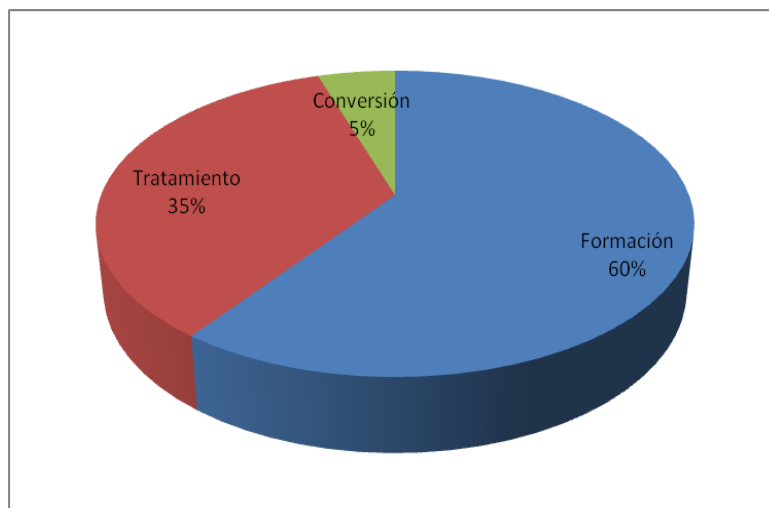


Figura 66. Proporción de variables semióticas halladas en el instrumento didáctico

Además, como se deriva también de las Tablas 77, 78 y 79, en cada sección la proporción de actividades semióticas era distinta. La Figura 67 ilustra esta situación.

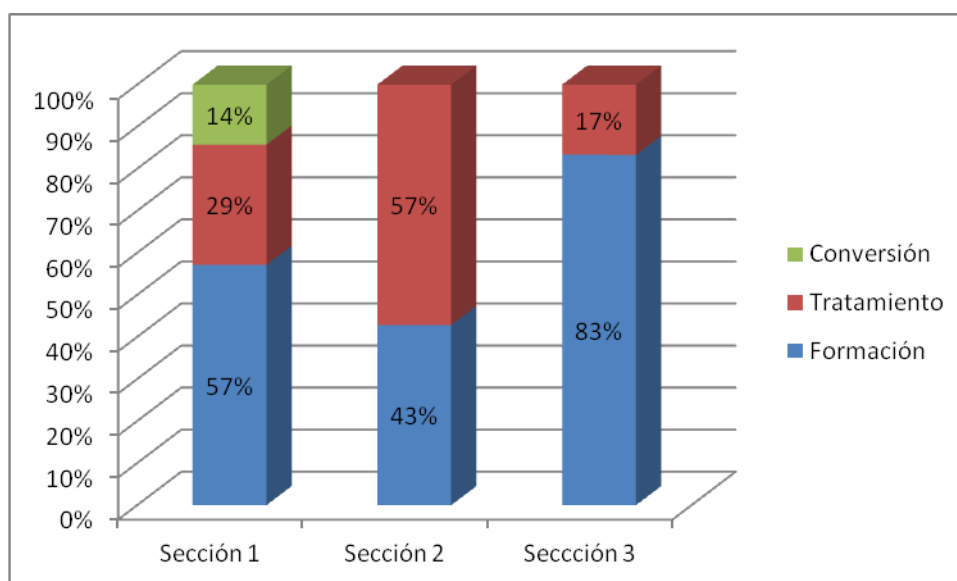


Figura 67. Proporción de variables semióticas halladas en cada sección del instrumento didáctico

Del total de 7 ítems de la primera sección, un 57% correspondió a la actividad de *formación*, un 29% al *tratamiento* y un 14% para la *conversión*. Al evaluar las respuestas de los 12 pares de alumnos, no se advirtieron grandes dificultades en su resolución, la mayoría las resolvió correctamente, salvo en los ítems 1 y 2 en los que se observó que la identificación de los valores de las variables les generó alguna mayor dificultad. La Figura 68 muestra las frecuencias de respuestas correctas e incorrectas obtenidas en esta sección.

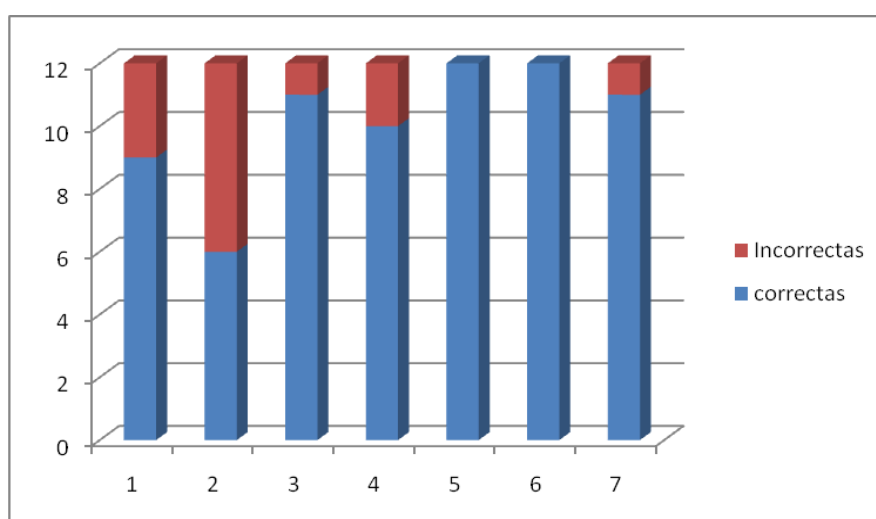
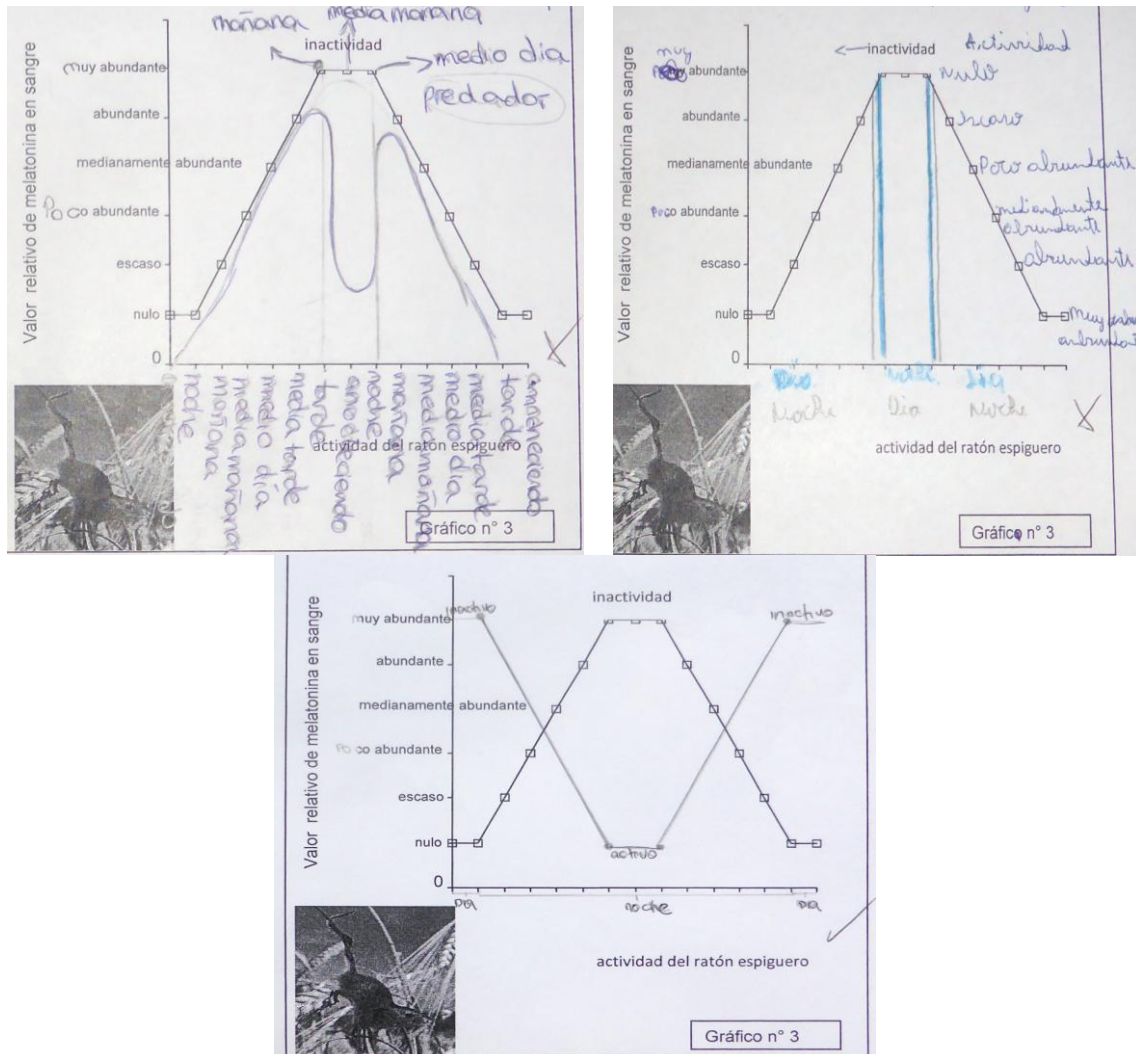


Figura 68. Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en la primera sección

Ejemplos de respuestas del ítem 6 de la segunda sección, dada por los alumnos:



En la tercera sección la actividad semiótica mayoritaria es la de *formación* con un 8%, y también figura la de *tratamiento* con un 17% (Fig. 67). El ítem 5 es el que vislumbra mayor dificultad, referido a la clasificación de la relación entre las variables. La Figura 70 muestra las frecuencias obtenidas para los 15 pares de alumnos evaluados.

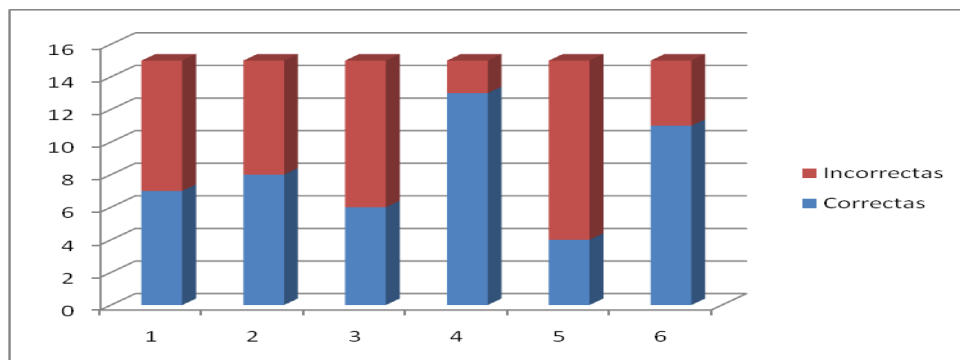


Figura 70. Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en la tercera sección

Ejemplos de respuestas dadas por los alumnos en la tercera sección:

A partir de la lectura del gráfico:

1. Teniendo en cuenta el concepto de población, ¿la investigación se resolvió sobre la observación de una población o de dos poblaciones? De una sola población ✓
2. ¿En qué año se observó mayor número de orugas no infectadas? Entre 1974 y 1978 ✓
3. ¿En qué año aproximadamente aparecen en el campo las orugas con virus? Aprox. en el año 1983 ✓
4. ¿En qué año se observó mayor número de orugas con virus? En el año 1986 ✓
5. ¿Qué sucede en el año 1990 con las orugas no infectadas y con las infectadas? Desaparecen las no infectadas y las infectadas quedan ✓

Problema
 Imagina que las orugas resisten a los virus, y éstos no las infectan. ¿La población de orugas desaparecería? No. ✓ Si tu respuesta es negativa, ¿Cuál sería el factor limitante para el desarrollo de la población de orugas? El factor limitante sería un depredador o falta de alimento. ✓

Ciclo lectivo 2011 8º año de la EGB Esc. 4-001 "J. V. Zapata" Página 3

A partir de la lectura del gráfico:

1. Teniendo en cuenta el concepto de población, ¿la investigación se resolvió sobre la observación de una población o de dos poblaciones? Das poblaciones ✓
2. ¿En qué año se observó mayor número de orugas no infectadas? entre 1974 y 1978 ✓
3. ¿En qué año aproximadamente aparecen en el campo las orugas con virus? entre 1983 y 1986 ✓
4. ¿En qué año se observó mayor número de orugas con virus? 1986 ✓
5. ¿Qué sucede en el año 1990 con las orugas no infectadas y con las infectadas? Se desaparecen ✓

Problema
 Imagina que las orugas resisten a los virus, y éstos no las infectan. ¿La población de orugas desaparecería? no ✓ Si tu respuesta es negativa, ¿Cuál sería el factor limitante para el desarrollo de la población de orugas? la falta de comida ✓

Ciclo lectivo 2011 8º año de la EGB Esc. 4-001 "J. V. Zapata" Página 3

Para ponderar el desempeño de los alumnos vinculado a las variables semióticas, se tuvo en cuenta que en el instrumento analizado, el 60% de los ítems correspondían a la actividad de *formación*, el 35% al *tratamiento* y sólo el 5% a la *conversión*. Y además teniendo en cuenta la cantidad de respuestas correctas e incorrectas de cada ítem, se obtuvieron los resultados referidos al correcto e incorrecto desempeño obtenido en este ciclo lectivo 2011 que se han representado en la Figura 71.

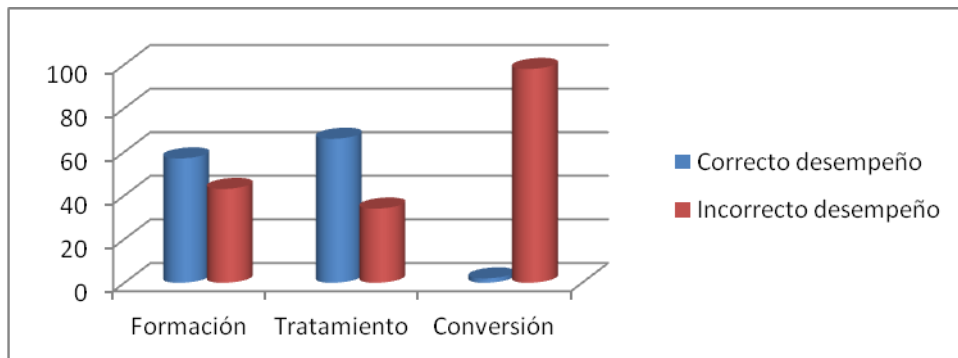


Figura 71. Porcentajes de desempeño del ciclo 2011

En las tres secciones analizadas, se observó que exitosamente podían leer las RGC que presentaban datos en ambos ejes pudiendo luego responder preguntas que asociaban la información dada por la gráfica con funciones biológicas específicas. La mayor dificultad dentro de la actividad de *formación*, se observó cuando debían completar el eje horizontal de la RGC con los valores de la variable (ítem 1 de la segunda sección). La información para resolver la tarea estaba contenida en un texto que acompañaba a la gráfica incompleta, y siendo los datos semejantes a la resuelta en una actividad anterior (funciones biológicas vinculadas a los periodos de luz- oscuridad), indicó que la interpretación del texto fue medianamente adecuada mediante las respuestas al cuestionario realizado, pero inadecuada casi totalmente para transferir y completar la estructura de la gráfica.

Al calcular el porcentaje de desempeño correcto de los estudiantes en la resolución de las tareas asociadas a cada una de las actividades ligadas a la semiosis, se obtuvo que el 57% responde correctamente a la actividad de *formación*; el 66% logra desde la dimensión solución de problemas, los indicadores como el reconocimiento de patrones y tendencias, la comprensión del problema y la emisión de la respuesta, que corresponden a la actividad de *tratamiento*. Y para la actividad de *conversión*, sólo el 2% logra transferir conceptos y realizar conversiones de representaciones. No obstante, este último valor es muy poco significativo pues responde a los resultados de un único ítem relacionado con esta actividad.

4.4 Ciclo 2012

4.4.1 Descripción del instrumento didáctico

En una segunda instancia (Ciclo lectivo 2012) se repitió la indagación, con el objetivo de ampliarla a un mayor número de estudiantes y de estudiar el impacto que hubieran podido generar los cambios curriculares de la educación primaria y teniendo la idea del potencial impacto que las transformaciones curriculares resueltas en los últimos años, podrían generar sobre las capacidades de los alumnos, específicamente en el uso de las RGC. En este caso se seleccionó una muestra compuesta por alumnos de tres divisiones correspondientes a 1° año de Educación Secundaria (12 - 14 años). El trabajo de aula propuesto por el docente mostró una actividad evaluativa de cierre de un periodo escolar en el cual los alumnos resolvían de modo individual, teniendo acceso a los registros de clase y al libro de texto escolar. Del total de 83 alumnos intervinientes, 43 resolvieron un instrumento denominado cuestionario uno (T1) y 40 alumnos el cuestionario dos (T2). En ambos, el material de aplicación contaba con 5 ítems, tres de los cuales poseían como eje conceptual el desarrollo de la clasificación de seres vivos a partir de diversos criterios (estructurales, funcionales, etológicos) y su relación con el ambiente; y las otras dos consignas referidas a las RGC. El instrumento completo se encuentra en el Anexo 2.

• **Cuestionario 1 (T1)**

En este cuestionario T1 (Anexo 2), la primera pregunta estaba centrada en el completamiento de un diagrama conceptual atendiendo al tipo de nutrición de los organismos. El ítem 2 se refería a la interpretación de una RGC relacionada a la población de pumas (*Puma concolor*) que habitan en la Argentina, desde 1970 hasta el 2000, con una serie de 3 preguntas asociadas. La tercera pregunta a la clasificación de los mamíferos según el rastro de sus huellas. Luego el ítem 4 que se propuso, fue un problema referido a una población de aves y a la construcción de una RGC de puntos y líneas. Finalizando la evaluación, la pregunta 5 pedía completar una cadena trófica, atendiendo a las relaciones de mutualismo, competencia, parasitismo y predación. Las dos consignas analizadas de las RGC (2 y 4), se muestran en la Figura 72.

Se analizaron los 5 ítems correspondientes a las preguntas 2 y 4 del instrumento didáctico, para lo cual se determinó para cada uno, la variable semiótica y el indicador correspondiente, como se muestra en la Tabla 80.

Tabla 80

Ítems propuestos para el Cuestionario 1, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente

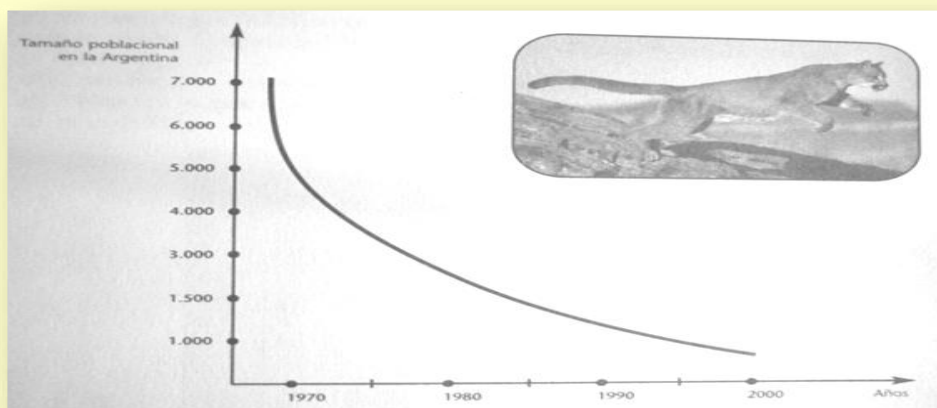
Ítem	Indicador	Actividad Semiótica
2.a. ¿La población de pumas ha aumentado en el tiempo o ha disminuido?	Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	<i>Formación</i>
2.b. ¿Qué cantidad de pumas había en 1995?	Valores de las variables (VV)	<i>Formación</i>
2.c. ¿En qué año había mayor cantidad de pumas?	Valores de las variables (VV)	<i>Formación</i>
4.a. ¿Cuántos individuos hay en el final del año?	Comprensión del problema (CP) Emisión de la respuesta (ER)	<i>Tratamiento</i>
4.b. Representa los datos en la gráfica de ejes cartesianos: marca puntos y une con una línea.	Conversión de representaciones (CR)	<i>Conversión</i>

2. A lo largo del tiempo las poblaciones sufren cambios, en lo que se denomina dinámica poblacional. **Interpreta** el gráfico referido a la población de pumas y **responde** a las preguntas que aparecen a continuación.

2.a. ¿La población de pumas ha aumentado en el tiempo o ha disminuido?

2.b. ¿Qué cantidad de pumas había en 1995?

2.c. ¿En qué año había mayor cantidad de pumas?



4. En un área de 80 m^2 viven 140 individuos de una población de aves. En el mes de octubre nacen 20 individuos. En el mes de enero, una ola de calor provoca la muerte de 30 individuos e inmigran (llegan) 5 individuos. En febrero emigran 10 individuos.

4.a. ¿Cuántos individuos hay en el final del año?

4.b. Representa los datos en la gráfica de ejes cartesianos: marca puntos y une con una línea.

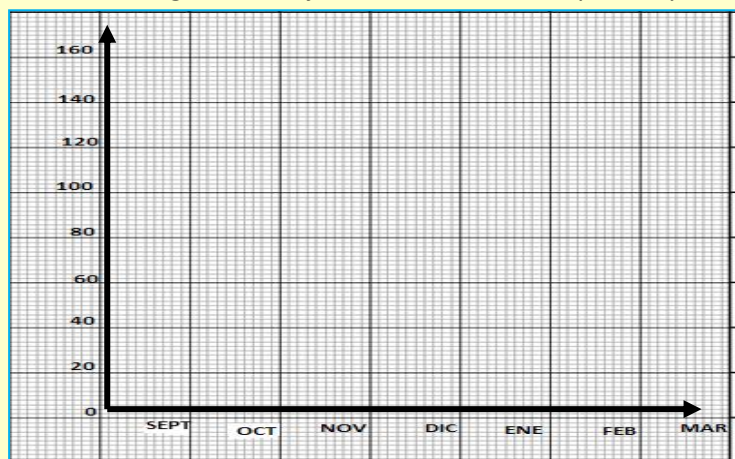


Figura 72. Ejercicios referidos a RGC propuestos para el Cuestionario 1

• **Cuestionario 2 (T2)**

En el Cuestionario 2 (Anexo 2) la diferencia se centró en la parte conceptual para cada pregunta, así en la primera el completamiento del diagrama conceptual se refirió a la clasificación de los organismos. La consigna 2, a una población de plantas acuáticas: lentejas de agua (*Lemma minor*) y una RGC de los brotes obtenidos a lo largo de 400 horas, con 3 preguntas de interpretación. La tercera pregunta a la clasificación de las aves según el tipo de patas. También en la cuarta actividad se propuso un problema referido a una población de aves y a la construcción de una RGC de puntos y líneas. La pregunta 5 se refirió a la cadena alimenticia en una población marina y el modo de obtener su alimento. Las dos consignas (2 y 4) analizadas sobre las RGC, se muestran en la Figura 73.

Se analizaron los 5 ítems correspondientes a las preguntas 2 y 4 del instrumento didáctico, para lo cual se determinó para cada uno, la variable semiótica y el indicador correspondiente, como se muestra en la Tabla 81.

Tabla 81

Ítems propuestos para el Cuestionario 2, sus respectivos indicadores y la actividad semiótica correspondiente

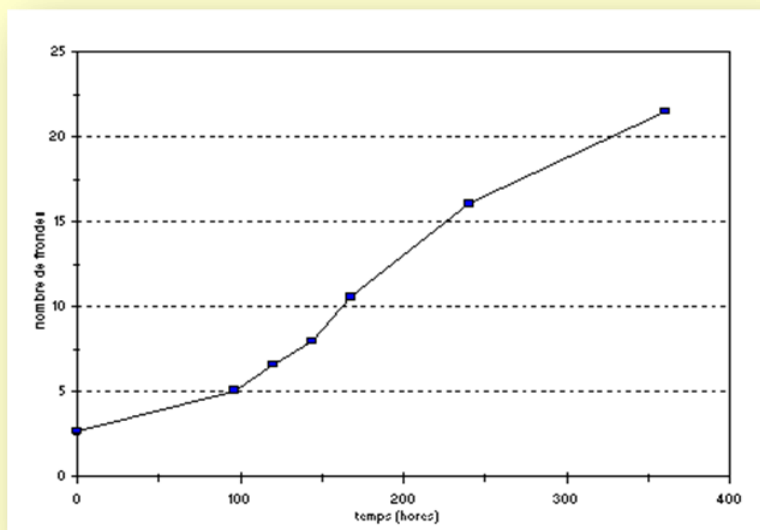
Ítem	Indicador	Actividad Semiótica
2.a. ¿Qué cantidad de brotes de “lentejas de agua” había a las 200 horas?	Valores de las variables (VV)	<i>Formación</i>
2.b. ¿En qué momento hubo mayor cantidad de “brotes”?	Valores de las variables (VV)	<i>Formación</i>
2.c. ¿Qué recurso del ambiente crees que será imprescindible para aumentar el número de brotes de esta planta?	Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	<i>Formación</i>
4.a. ¿Cuántos individuos hay en el final del año?	Comprensión del problema (CP) Emisión de la respuesta (ER)	<i>Tratamiento</i>
4.b. Representa los datos en la gráfica de ejes cartesianos: marca puntos y une con una línea.	Conversión de representaciones (CR)	<i>Conversión</i>

2. A lo largo del tiempo las poblaciones sufren cambios, en lo que se denomina dinámica poblacional. Interpreta el gráfico referido a una población de plantas acuáticas (lentejas de agua) y responde a las preguntas que aparecen a continuación.

2.a. ¿Qué cantidad de brotes de “lentejas de agua” había a las 200 horas?

2.b. ¿En qué momento hubo mayor cantidad de “brotes”?

2.c. ¿Qué recurso del ambiente crees que será imprescindible para aumentar el número de brotes de esta planta?



4. En un área de 60 m² viven 110 individuos de una población de aves. En el mes de octubre nacen 15 individuos. En el mes de diciembre, una intensa sequía provoca la muerte de 25 individuos y emigran (se van) 50 individuos. En febrero inmigran (llegan) 15 individuos.

4.a- ¿Cuántos individuos hay en el final del año?

4.b- Representa los datos en la gráfica de ejes cartesianos: marca puntos y une con una línea.

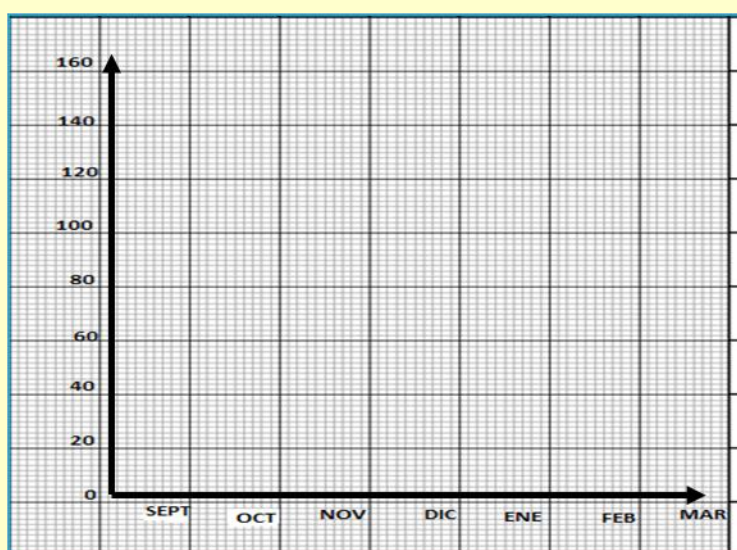


Figura 73. Ejercicios referidos a RGC propuestos para el Cuestionario 2

4.4.2 Evaluación de la observación realizada

En este caso, en cada cuestionario, de un total de 5 preguntas con 13 ítems a resolver, solamente 5 ítems estaban vinculados a las RGC, de los cuales 3 ítems se referían a la actividad semiótica de *formación*, 1 a la de *tratamiento* y 1 a la de *conversión*. La Figura 74 muestra la proporción hallada de las variables semióticas para cada uno de los cuestionarios.

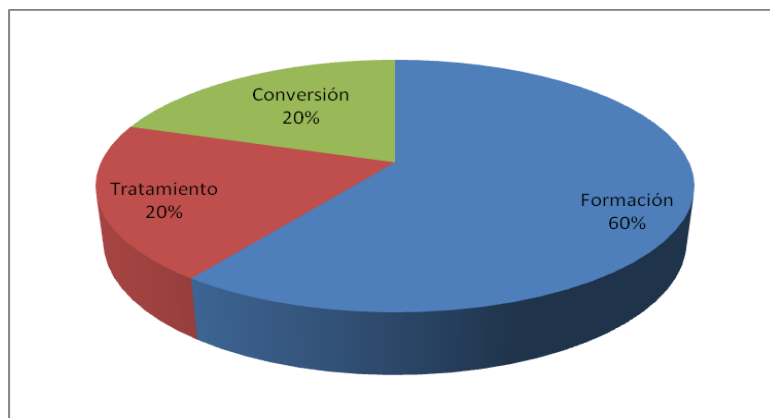


Figura 74. Porcentaje de variables semióticas halladas en el instrumento didáctico

El Cuestionario 1 fue respondido por 43 alumnos. Sus resultados se muestran en la Figura 75. En este caso los ítems 4.a y 4.b presentan las mayores frecuencias de respuestas incorrectas, las cuales estaban vinculadas a la comprensión del problema y a la emisión de la respuesta, como también a la construcción de la RGC de líneas y puntos; el mayor fracaso en la construcción de la curva se observó cuando utilizaron incorrectamente la escala en el eje de ordenadas.

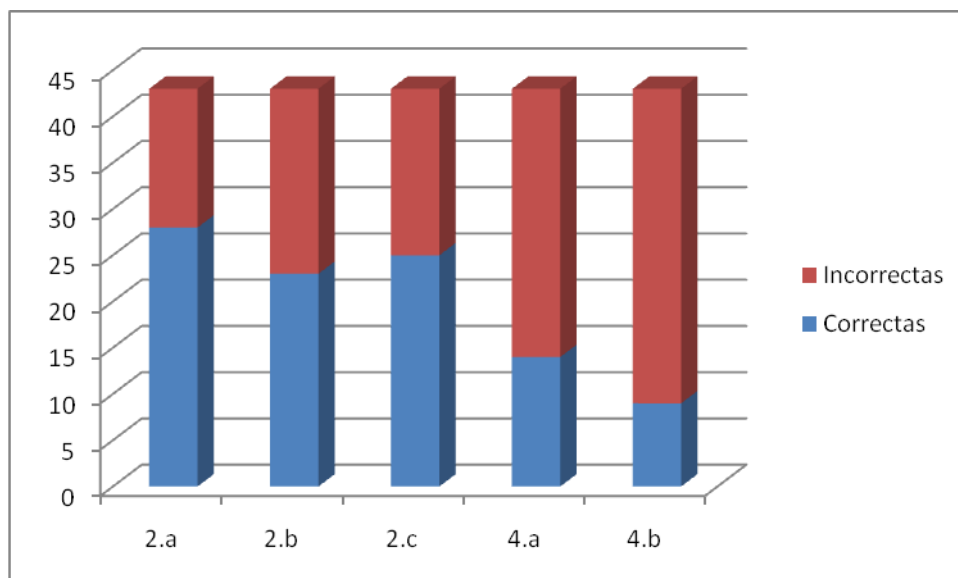



Figura 75. Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en el Cuestionario 1

Ejemplos de respuestas dadas por los alumnos en el Cuestionario 1, para los ítems 2.a, 2.b y 2.c:



JOSÉ VICENTE ZAPATA

Evaluación Trimestral
Tercer trimestre


Tema 1

Nombre y apellido _____

2.a. ¿La población de pumas ha aumentado en el tiempo o ha disminuido? Ha aumentado. X

2.b. ¿Qué cantidad de pumas había en 1995? 6.000 pumas. X

2.c. ¿En qué año había mayor cantidad de pumas? En el año 2.000. X



JOSÉ VICENTE ZAPATA

Evaluación Trimestral
Tercer trimestre

Tema 1

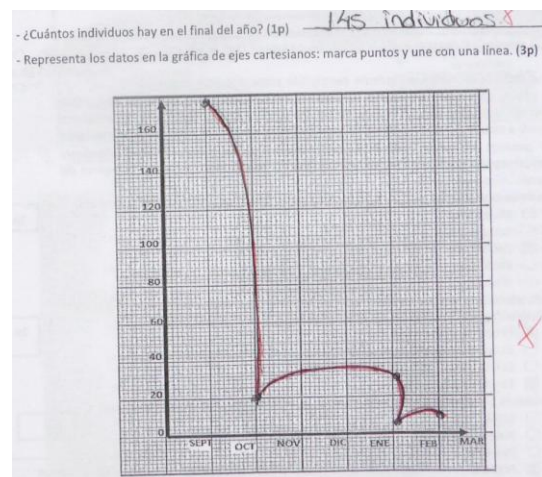
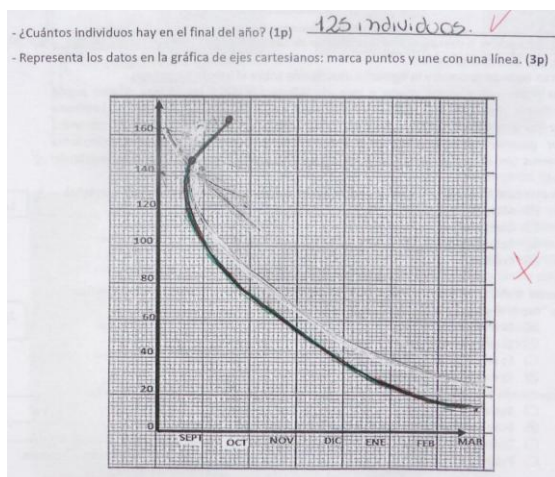
Nombre y apellido _____

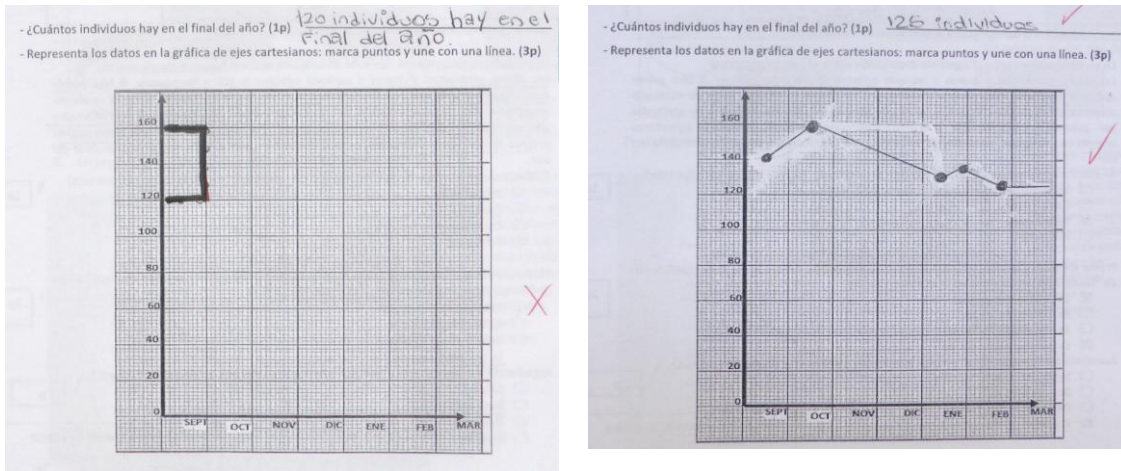
2.a. ¿La población de pumas ha aumentado en el tiempo o ha disminuido? Ha disminuido ✓

2.b. ¿Qué cantidad de pumas había en 1995? la cantidad de pumas era 60 X

2.c. ¿En qué año había mayor cantidad de pumas? En el año 2000 X

Ejemplos de respuestas dadas por los alumnos en el Cuestionario 1, para los ítems 4.a y 4.b:





En el Cuestionario 2, las respuestas incorrectas al ítem 4.b presentaron mayor frecuencia que en el cuestionario anterior, también se observó que los alumnos presentaron dificultades en la construcción de la RGC cuando debían seleccionar el valor adecuado de la variable en el eje de ordenadas. Los resultados obtenidos de las respuestas dadas por los 40 alumnos a este Cuestionario, se muestran en la Figura 76.

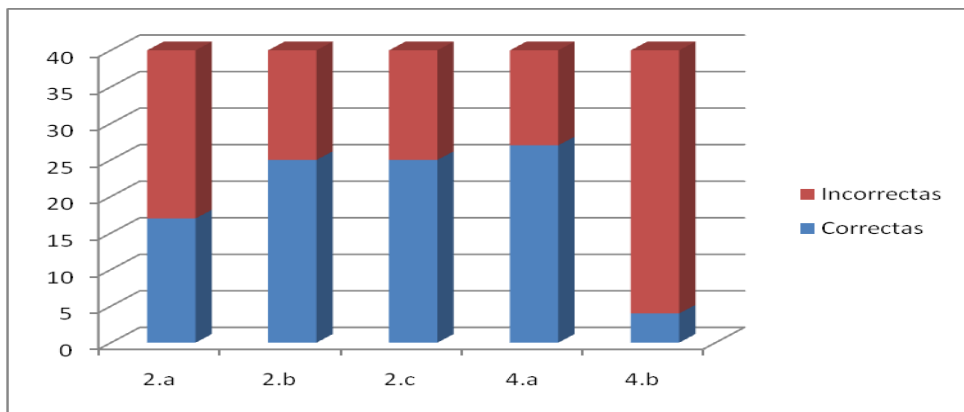
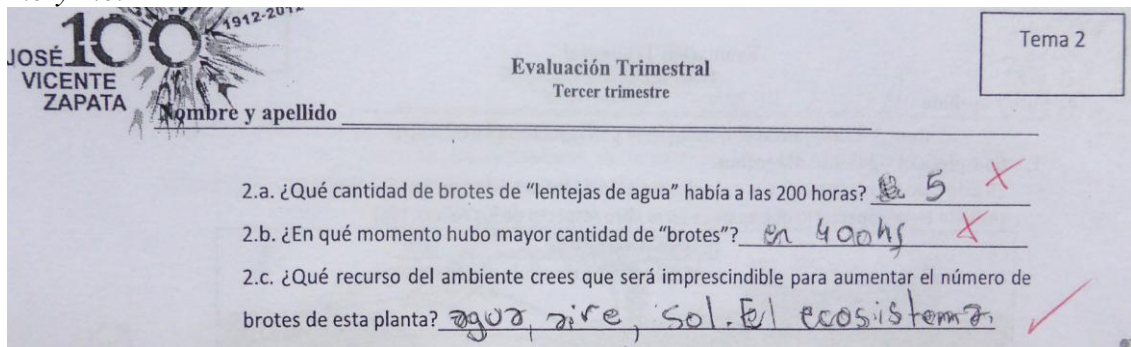
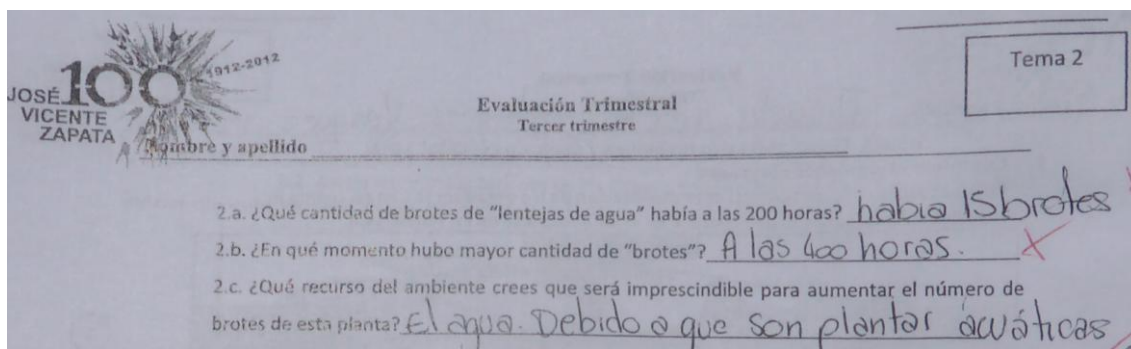


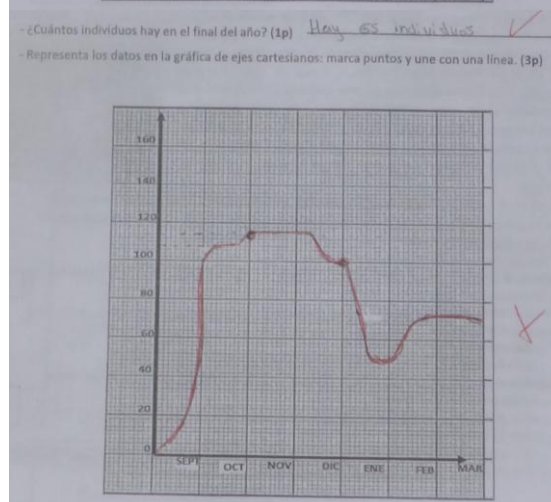
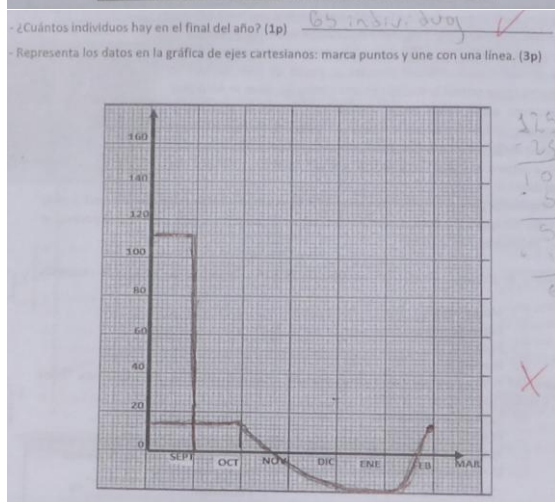
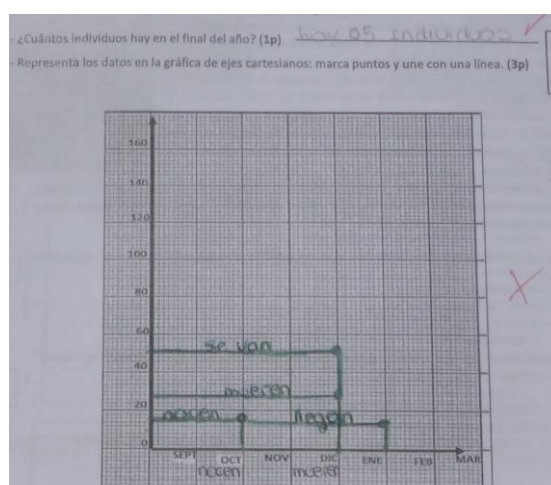
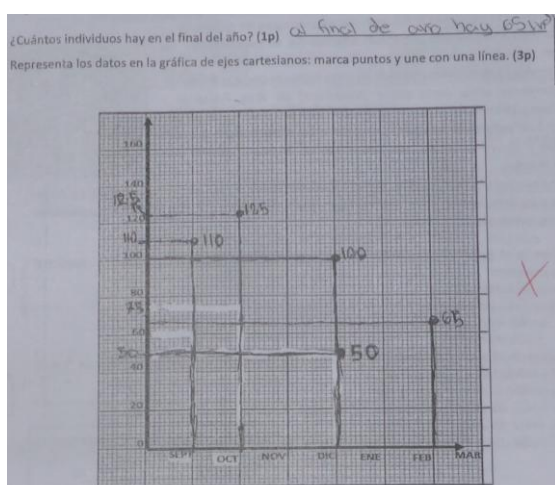
Figura 76. Frecuencias de respuestas correctas e incorrectas en el Cuestionario 2

Ejemplos de respuestas dadas por los alumnos en el Cuestionario 2, para los ítems 2.a, 2.b y 2.c:





Ejemplos de respuestas dadas por los alumnos en el Cuestionario 2, para los ítems 4.a y 4.b:



Vinculando los resultados obtenidos a las actividades semióticas y teniendo en cuenta que en el instrumento analizado sólo el 30% se refería al trabajo con RGC, y además que la actividad de *formación* ocupó el 60% de los 5 ítems observados, el *tratamiento* el 20%, como también la *conversión*; se obtuvieron los resultados comparativos del desempeño de los estudiantes para cada uno de los cuestionarios que se muestran en la Tabla 82.

Tabla 82
 Porcentajes ponderados de desempeño de los estudiantes para ambos Cuestionarios T1 y T2

Actividades ligadas a la semiósis	T 1		T 2	
	Correcto desempeño de los estudiantes	Incorrecto desempeño de los estudiantes	Correcto desempeño de los estudiantes	Incorrecto desempeño de los estudiantes
<i>Formación (60%)</i>	34%	26%	33%	27%
<i>Tratamiento (20%)</i>	7%	13%	14%	6%
<i>Conversión (20%)</i>	4%	16%	2%	18%
<i>Total</i>	100%		100%	

De los 43 alumnos que respondieron al instrumento denominado T1, sólo el 34% de ellos lo realiza de forma correcta cuando demanda la actividad de *formación*, en este caso para los indicadores asignación de valores y reconocimiento del comportamiento de las variables. En el caso T2, no se detectan grandes diferencias respecto del primero, ya que el 33% lo realiza en forma correcta. En cambio en el ítem referido al indicador resolución de problemas vinculado con conceptos de BP, y que hace a la actividad semiótica de *tratamiento*, sólo el 7% de los estudiantes logra con éxito la comprensión del problema y la emisión de la respuesta para T1. En esta misma actividad en T2, el 14% de los alumnos lo realiza en forma correcta. La demanda de completamiento de una plantilla para representar una gráfica de líneas y puntos, vinculada a los indicadores referidos a la actividad semiótica de *conversión*, en cada cuestionario fueron resueltos por el 4% y el 2% de los alumnos, para el T1 y T2 respectivamente. Efectuando los promedios de los porcentajes ponderados obtenidos para los dos cuestionarios analizados, se lee que aproximadamente el 34% de los estudiantes se desempeña de manera correcta en la actividad de *formación*, el 11% en la de *tratamiento* y el 3% para la *conversión*. Estos valores se han graficado en la Figura 77.

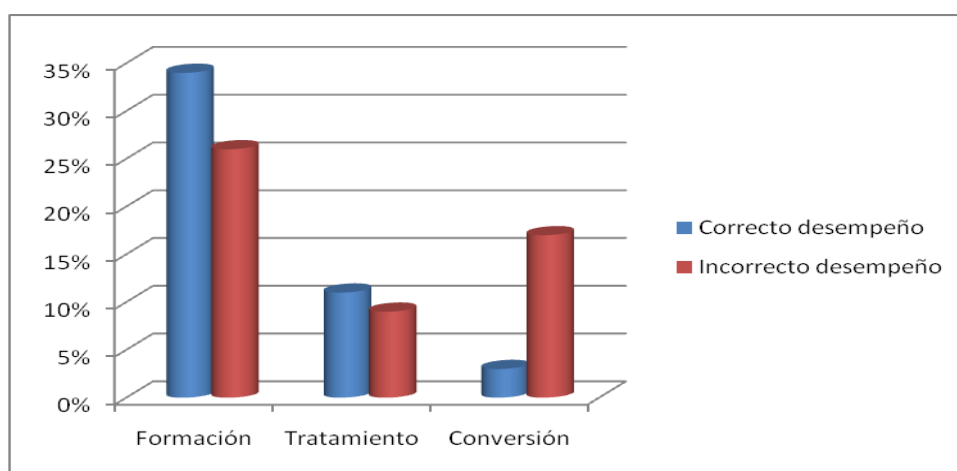


Figura 77. Porcentajes de desempeño del ciclo 2012, vinculado a las actividades semióticas

4.5 Resultados comparativos

Para comprender los porcentajes de desempeño de los estudiantes, se resolvió una comparación entre los ciclos lectivos 2011 y 2012 con respecto a las actividades ligadas a la semiosis, los indicadores y las dimensiones especialmente potenciadas en los diversos instrumentos implementados en cada uno de los ciclos. La Tabla 83 muestra una comparación del peso relativo de cada actividad semiótica en los instrumentos administrados en ambos ciclos.

Tabla 83

Peso relativo de las actividades semióticas en los instrumentos administrados en ambos ciclos

Actividades ligadas a la semiosis	Ciclo lectivo 2011	Ciclo lectivo 2012
	89% de RGC	30% de RGC
<i>Formación</i>	60%	60%
<i>Tratamiento</i>	35%	20%
<i>Conversión</i>	5%	20%

La Tabla 84 muestra el análisis comparativo de ambos ciclos lectivos, según el porcentaje ponderado de desempeño correcto de los estudiantes.

Tabla 84

Porcentajes de desempeño correcto de los estudiantes en la resolución de las tareas asociadas a cada una de las actividades ligadas a la semiosis

Actividades ligadas a la semiosis	Ciclo lectivo 2011		Ciclo lectivo 2012	
	Respuestas correctas	T1	T2	Respuestas correctas
<i>Formación</i>	57%	56%	55%	
<i>Tratamiento</i>	66%	35%	70%	
<i>Conversión</i>	2%	20%	10%	

Este estudio permite corroborar que los alumnos presentaron variados grados de dificultad en el uso de las RGC. En la actividad de *formación* (el acceso a la gráfica, su interpretación con la correspondiente identificación de las variables y el análisis y vinculación) no se presentaron diferencias significativas en el porcentaje de resolución entre grupos de trabajo. En cambio, en el establecimiento de relaciones, en su comparación, en la articulación con el reconocimiento de las variables y en la

clasificación de la relación, es decir en las actividades de *tratamiento* y *conversión*, hubo diferencias notables. En todos los casos, las mayores dificultades se centran en la actividad de *conversión*.

4.6 Conclusiones del capítulo

De los estudios exploratorios realizados durante los ciclos lectivos 2011 y 2012 y en relación a las actividades ligadas a la semiosis y a las funciones cognitivas, se puede concluir que:

- En las actividades analizadas se identificó una mayor cantidad de ítems referidos a las actividades de *formación* y muy pocos referidos a las actividades de *tratamiento* y *conversión*.
- En el Ciclo 2011, el porcentaje de desempeño correcto de los estudiantes en la resolución de las tareas asociadas a cada una de las actividades ligadas a la semiosis correspondió al 57% para la actividad de *formación*, un 66% para el *tratamiento* y 2% en la *conversión*.
- En el Ciclo 2012, se mantuvo un porcentaje similar al del ciclo anterior solo en la actividad de *formación* (56%), en cambio en las otras actividades se observa una notoria disminución para *tratamiento* (53%) y ligero pero significativo aumento (15%) para la *conversión*.
- La mayor dificultad dentro de la actividad de *formación* se observó en la construcción de las RGC, específicamente en la ubicación de las variables y en el reconocimiento del comportamiento de las mismas. Sin embargo, exitosamente pudieron identificar el valor, tipo y número de variables, pudiendo responder luego a preguntas que asociaban la información dada por la gráfica con funciones biológicas específicas.
- En el *tratamiento* se presentaron inconvenientes en el reconocimiento de escalas, en la comprensión de los problemas y en la emisión de sus respuestas.
- Aunque fue pequeña la cantidad de ítems referidos a la actividad de *conversión*, se advirtió que la mayor dificultad de los estudiantes con las RGC están relacionadas con la transferencia de conceptos y con la conversión de representaciones.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se plantea en los siguientes capítulos, el diseño e implementación de un instrumento de exploración para ser aplicado a alumnos que estudian el profesorado de Biología, y el diseño de una intervención didáctica que considere la posibilidad de mejorar las dificultades cognitivas que surjan en estudiantes de Educación Secundaria, al interactuar en situaciones de aprendizaje de conceptos de BP vinculados a RGC.

Capítulo 5

Diagnóstico de las
dificultades cognitivas que presentan los
alumnos de Profesorado de Biología
cuando interactúan con RGC y
conceptos de BP

Somos en un cien por ciento responsables
de todas nuestras experiencias y
cada uno de nuestros pensamientos
está creando nuestro futuro.
Louise Hay

5.1 Introducción

El sujeto que aprende es portador de ideas, de estructuras, de modos de interaccionar con el mundo; el aprendizaje es una función biológica que determina un nicho cognitivo que depende del ambiente, por contener dimensiones epistémicas, psicológicas e instruccionales, cuyas bases son anatómico-funcionales y culturales (Mayoral, 2008). La Didáctica de la Biología adquiere su dimensión práctica cuando pone en acción estrategias que involucran al sujeto aprendiz (eje central de su análisis) con una serie jerárquica de conceptos, representaciones y saberes biológicos en general. Para construir el proceso representacional, la Biología reclama tratamientos singulares y holísticos, cuyos lenguajes divergentes vinculan teorías, modelos y funciones.

En este capítulo se pretende indagar en las dificultades cognitivas de los estudiantes de Formación del Profesorado de Biología, cuando resuelven RGC relacionadas con la BP. En el análisis ontosemiótico de libros de texto realizado en el capítulo 3, encontramos que, a diferencia de los textos de secundaria, los de Formación del Profesorado presentaban un uso más acorde a los planteamientos teóricos. Cabe preguntarse si, en consecuencia, los futuros docentes de Biología, enfrentados a estos planteamientos curriculares, presentan menores dificultades. Para ello, se decide diseñar un instrumento de exploración fundamentado en los planteamientos teóricos que se confirmaron en los libros de texto e indagar en la formación conceptual y didáctica de los futuros docentes de Biología. En este capítulo se describe el diseño, validación, implementación y el análisis de este instrumento didáctico que fue aplicado a estudiantes de 3º y 4º año del profesorado de Biología de dos instituciones de la provincia de Mendoza.

5.2 Descripción del instrumento de exploración aplicado a estudiantes de Profesorado de Biología

Teniendo en cuenta que un instrumento de medición debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad (Hernández Sampieri et al., 2006), se pueden diferenciar dos grandes etapas en la construcción del mismo, cada una de ellas con una metodología diferente. En una etapa inicial, caracterizada por una metodología selectiva, se realizó la búsqueda de fuentes, referencias bibliográficas y marco teórico correspondiente; su finalidad fue la construcción de un instrumento inicial, teniendo en consideración también la elección de los ítems en base a las variables definidas y la muestra en la cual sería aplicado. En la segunda etapa se realizó un análisis y una validación del cuestionario, para definir finalmente, según las sugerencias de los expertos, el formato final a aplicar (Pérez Vadillo, 2013).

5.2.1 Diseño del instrumento de exploración inicial

El instrumento de exploración inicial (Anexo 3) constaba de dos partes: en la primera, las preguntas se refirieron a la identificación, interpretación y análisis de la información proveniente de dos RGC relacionadas con conceptos específicos de BP. En la segunda parte, los ítems se vincularon a la didáctica y al currículum, a fin de evaluar la formación didáctica de los estudiantes de profesorado de Biología. La primera parte fue diseñada para que también fuera viable de aplicación a los estudiantes de 4º año de Educación Secundaria, mientras que la segunda fue de aplicación exclusiva a los de Profesorado de Biología. La Tabla 85 muestra la estructura general de este instrumento en su formato inicial.

Tabla 85
Estructura del instrumento de exploración inicial

Instrumento de exploración		
• Primera parte	20 cuestiones	Resolución y análisis conceptual
• Segunda parte	10 cuestiones	Análisis didáctico

La primera parte estuvo conformada por un texto introductorio, dos RGC y 20 preguntas referidas a los mismos. Las 10 cuestiones que se formularon en la segunda parte del cuestionario, estuvieron referidas a la accesibilidad de ambas representaciones, la forma de presentación y el tipo de información que contienen, además del análisis didáctico de la primera parte.

5.2.1.1 Diseño de la primera parte del cuestionario inicial

Como se acaba de señalar, la primera parte del instrumento diagnóstico, inicialmente, estaba formado por 20 preguntas sobre un texto introductorio y dos RGC (Anexo 3). El

texto se centraba en una población de aves frecuente en el ámbito cotidiano de los alumnos, el chingolo (*Zonotrichia capensis*) que habita en diferentes regiones en la Argentina. Tras una anécdota sobre el origen de la denominación *Zonotrichia capensis*, se enuncian las distintas denominaciones vulgares que se le otorga. Le acompañaba una RGC de líneas comparativas (Fig.78) y otra RGC de puntos (Fig.79), que describen un hipotético estudio sobre la densidad de población de estas aves con diferentes denominaciones según la región argentina en que habita: *chingolo* en la Patagonia, *cachilo* en la región Este y *marumbé* en el Litoral, avistadas en una extensión de 1000 km², desde el año 2000 hasta el 2008.

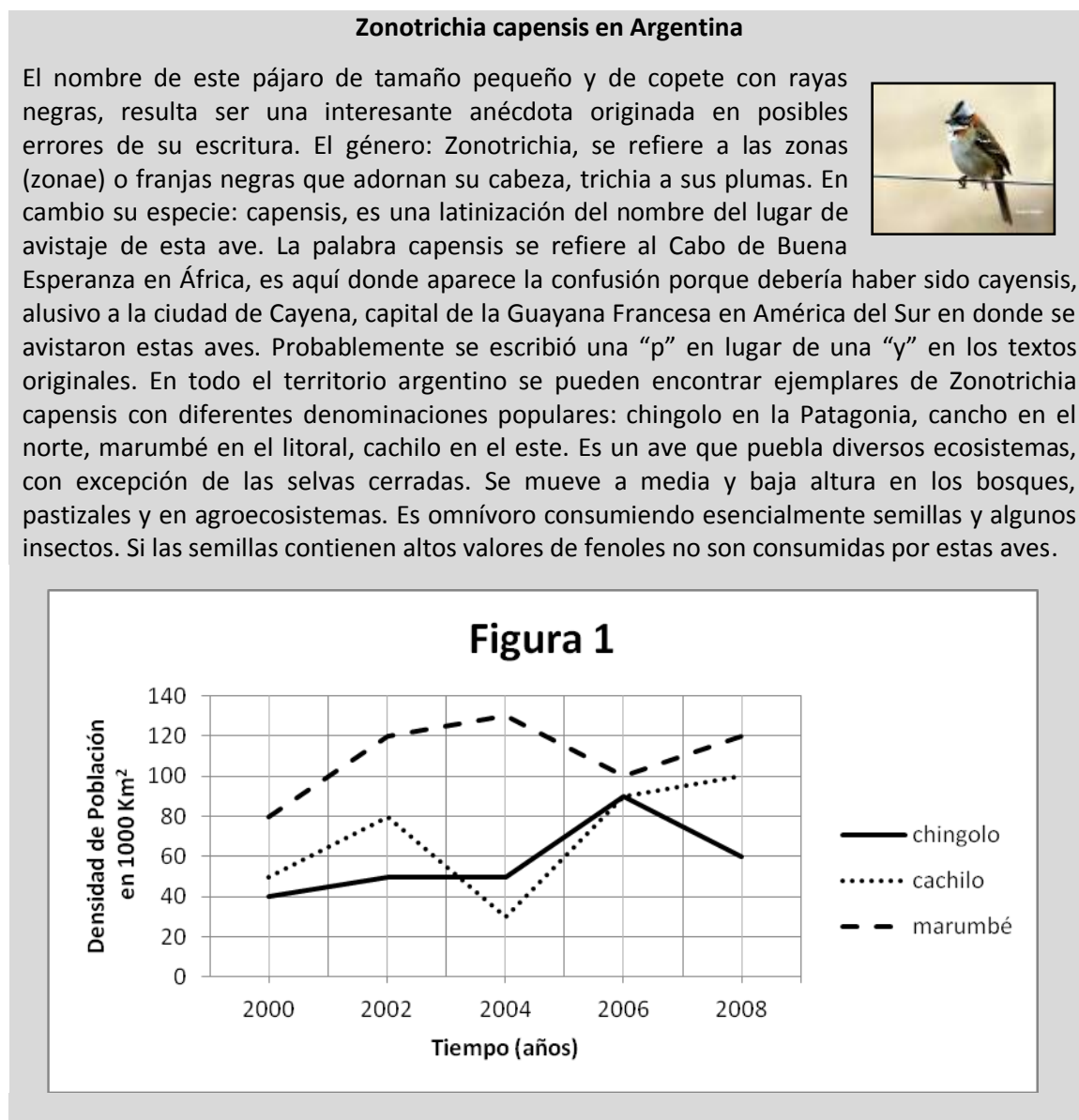


Figura 78. Texto introductorio y RGC de líneas comparativas, propuestos en el cuestionario inicial

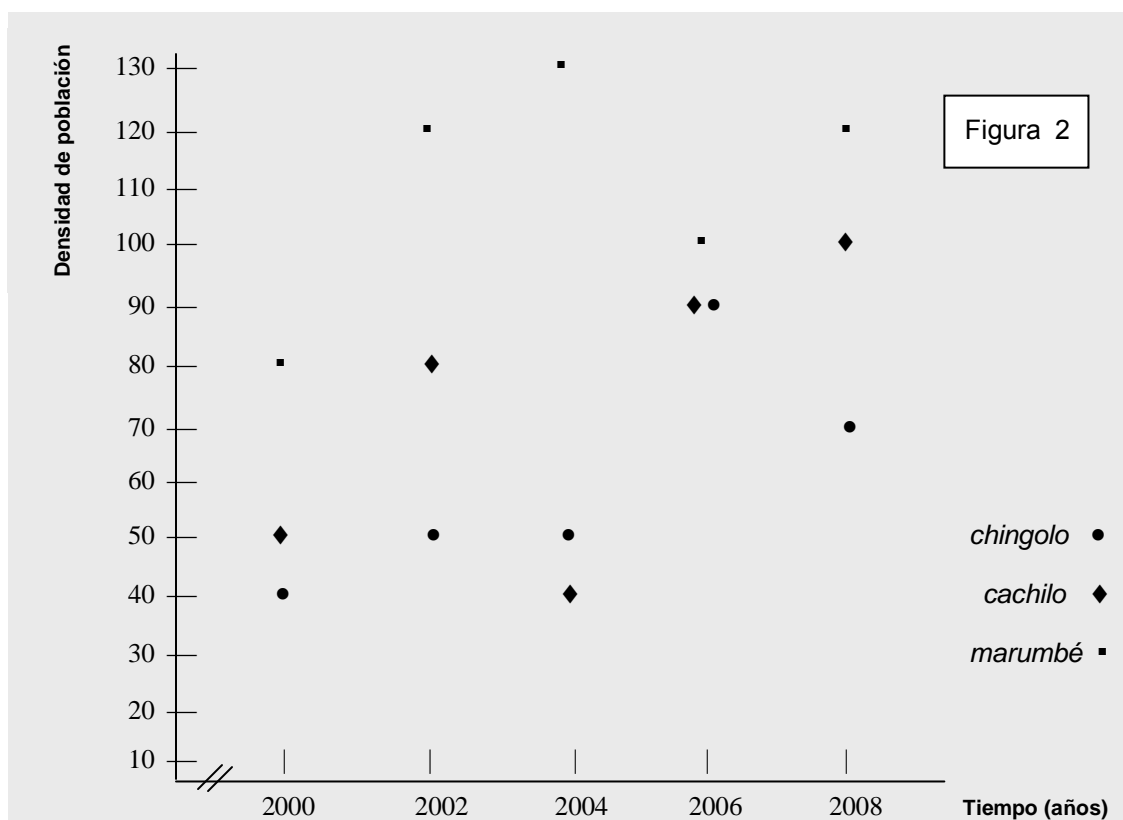


Figura 79. RGC de puntos propuesta en el cuestionario inicial

Cada uno de los 20 ítems fue concretado intencionalmente teniendo en cuenta las funciones cognitivas, las actividades ligadas a la semiosis, las dimensiones y los indicadores que figuran en el Tabla 7 del Capítulo 2. Las Tablas 86, 87 y 88 muestran los ítems relacionados con cada una de las actividades semióticas y sus respectivos indicadores.

Tabla 86

Ítems propuestos en el instrumento inicial para la actividad semiótica de formación y sus indicadores

Formación	
Ítem	Indicador
1.La cantidad de variables que puedes observar en la gráfica es igual a: a) tres b) cuatro c) cinco	Número de variables (NV)
2. Con relación a las variables estudiadas se puede afirmar que: a) el tiempo es dependiente de la densidad de población. b) la densidad de población de <i>chingolos</i> es independiente del tiempo, pero no la de <i>cachilos</i> . c) la densidad de población de <i>chingolos</i> , <i>cachilos</i> y <i>marumbés</i> dependen del tiempo.	Tipo de variables (TV)

<p>3. En el año 2006 la cantidad de <i>chingolos</i> es: a) Mayor a la cantidad de <i>cachilos</i>. b) Menor a la cantidad de <i>marumbé</i>. c) Igual a la cantidad de <i>marumbé</i>.</p>	<p>Comparación de las variables (CV)</p>
<p>5. El valor de la ordenada para cada uno de los censos es: a) 40; 50; 50; 90; 60 respectivamente para la densidad <i>Zonotrichia capensis</i> en la Patagonia. b) 80; 50; 130; 90; 60 respectivamente para la densidad de <i>Zonotrichia capensis</i> en el Litoral. c) 50; 80; 30; 90; 100 respectivamente para la densidad de <i>Zonotrichia capensis</i> en el Este.</p>	<p>Valores de las variables (VV) Ubicación de las variables (UV)</p>
<p>6. A partir de la interpretación de los gráficos, puedes decir que “el eje de las ordenadas” contiene información sobre: a) La dimensión temporal expresada en una escala anual. b) La dimensión temporal expresada en una escala bianual. c) La densidad de población expresada en número de individuos avistados en 1000 km².</p>	<p>Asignación de título (AT)</p>
<p>7. En el año 2004 tuvo lugar un derramamiento de “inyecciones letales” (inyección de fenol de 10 cm³) en alguna de las localidades de esta especie. A la vista de la gráfica, ¿sabrías decir en cuál de las regiones ocurrió esta contaminación? a) En la Patagonia b) En el Litoral. c) En el Este.</p>	<p>Extrapolación de variables (EV)</p>
<p>8. La población de <i>cachilos</i>: a) aumenta al pasar los años. b) disminuye al pasar los años. c) aumenta del mismo modo que la población de <i>marumbé</i> a partir del año 2006.</p>	<p>Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)</p>
<p>9. En el año 2006 la población de aves: a) de <i>chingolos</i> es menor a la población en el año 2008. b) de <i>chingolos</i> es mayor a la población en el año 2008. c) de <i>chingolos</i> se mantiene igual a la población en el año 2008.</p>	<p>Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)</p>
<p>10. La densidad de población de estas aves avistadas en una extensión de 1000km² en distintas regiones argentinas, globalmente entre el año 2000 y el 2008 a) es directamente proporcional al tiempo transcurrido. b) es inversamente proporcional al tiempo transcurrido. c) se mantiene invariable en el tiempo transcurrido.</p>	<p>Clasificación de la relación entre las variables (CRV)</p>
<p>18. Con respecto a la relación que se establece entre las variables dadas en la gráfica se puede afirmar que entre los años 2000 y 2002, la variación de <i>marumbé</i> es: a) mayor que la de <i>cachilos</i> b) menor que la de <i>cachilos</i> c) igual a la de <i>cachilos</i></p>	<p>Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)</p>

Tabla 87

Ítems propuestos en el instrumento inicial para la actividad semiótica de tratamiento y sus indicadores

Tratamiento	
Ítem	Indicador
<p>11. La variación en las densidades de población de <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i>, en el año 2002, difieren en:</p> <p>a) 40 individuos /km² b) 50 individuos /km² c) 30 individuos /km²</p>	<p>Reconocimiento de las unidades (RU)</p>
<p>12. La densidad de población de <i>Zonotrichia capensis</i> en las diferentes regiones argentinas:</p> <p>a) aumenta siempre cada dos años. b) a veces aumenta, a veces disminuye, cada dos años. c) disminuye siempre cada dos años</p>	<p>Reconocimiento de escalas (RE)</p>
<p>13. En el año 2000, no coinciden los puntos de densidad correspondientes a estas aves, pero:</p> <p>a) la de <i>chingolo</i> es el doble a la de <i>cachilo</i>. b) la de <i>chingolo</i> es el doble a la de <i>marumbé</i>. c) la de <i>marumbé</i> es el doble a la de <i>cachilo</i>.</p>	<p>Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)</p>
<p>14. Si la densidad de población de <i>cachilos</i> en el año 2006 aumenta al doble en el año 2010, entonces, ¿Cuál será el valor de la densidad de población de estas aves en ese año?</p> <p>a) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>chingolos</i> y el tiempo en años. b) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>marumbé</i> por km² y el tiempo en años. c) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>marumbé</i> en 1000 km² y el tiempo en años.</p>	<p>Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)</p> <p>Comprensión del problema (CP)</p>
<p>15. El cálculo correcto en la solución del problema anterior es:</p> <p>a) 2x90 b) 2x180 c) 2x100</p>	<p>Resolución del problema (RP)</p>
<p>16. La respuesta correcta al cálculo planteado en el problema del ítem 14 es:</p> <p>a) 140 b) 130 c) 180</p>	<p>Emisión de la respuesta (ER)</p>
<p>19. Observando la densidad de población de estas aves, se puede afirmar que:</p> <p>a) la población de <i>cachilos</i> en el año 2002 es un 50% mayor a la de <i>marumbés</i> b) la población de <i>marumbés</i> en el año 2002 es un 50% mayor a la de <i>cachilos</i> c) la población de <i>cachilos</i> en el año 2000 es un 25% mayor a la de <i>chingolos</i></p>	<p>Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)</p>

Las preguntas de la 11 a la 16, así como la 19, se diseñaron para el desarrollo de la actividad semiótica de *tratamiento*, y en este caso en especial para la percepción a través del *reconocimiento de las unidades (RU)*, *reconocimiento de escalas (RE)*, *reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)*, *comprensión del problema (CP)*, *resolución del problema (RP)* y *emisión de la respuesta (ER)*. Para el desarrollo de estas actividades se requería también la adquisición previa de capacidades específicas matemáticas definidas en los primeros años de Educación Secundaria, como las enunciadas en los indicadores de logro de 1º año, del mencionado establecimiento educativo:

- Ordenar correctamente números enteros y representarlos en la recta numérica.
- Representar correctamente puntos en los ejes cartesianos e interpretar gráficos.
- Saber interpretar y usar números decimales en cálculos y problemas.

A través de las preguntas 4, 17 y 20 se trabaja la actividad semiótica de *conversión*, y solamente se propuso para la comunicación-expresión los indicadores *transferencia de conceptos (TC)*, *determinación de la relación algebraica (RA)* y *conversión de representaciones (CR)*. Cabe aclarar que el ítem 4 también se vincula a la *clasificación de las variables (CIV)* que es un indicador de la actividad de *formación* y el ítem 14 también se vincula a la *forma en que covarían las variables (CoV)* que es un indicador de la actividad de *conversión*. La Tabla 89 muestra en forma sintética, la relación entre las actividades semióticas, sus respectivos indicadores y los ítems propuestos para este instrumento didáctico inicial.

Tabla 89

Actividades semióticas, indicadores e ítems correspondientes al instrumento inicial

Actividades ligadas a la semiosis	Indicadores	Ítem
Formación	• Número de variables (NV)	1
	• Tipo de variables (TV)	2
	• Valores de las variables (VV)	5
	• Clasificación de las variables (CIV)	4
	• Ubicación de las variables (UV)	5
	• Asignación de título (AT)	6
	• Extrapolación de variables (EV)	7
	• Comparación de variables (CV)	3
	• Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	8, 9, 18
	• Clasificación de la relación entre las variables (CRV)	10
Tratamiento	• Reconocimiento de las unidades (RU)	11
	• Reconocimiento de escalas (RE)	12
	• Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)	13,14,19
	• Comprensión del problema (CP)	14
	• Resolución del problema (RP)	15
	• Emisión de la respuesta (ER)	16
Conversión	• Determinación de la relación algebraica (RA)	17
	• Establecimiento de la forma en que covarían las variables (CoV)	14
	• Transferencia de conceptos (TC)	4
	• Conversión de representaciones (CR)	20

5.2.1.2 Diseño de la segunda parte del cuestionario inicial

Para la segunda parte, en una etapa inicial, se propusieron 10 preguntas o ítems que indagaban sobre el material presentado, es decir, si se consideraba adecuado o no a la edad de los estudiantes, si el texto y las RGC propuestos estaban vinculados; como también cuestiones específicas sobre los diferentes recursos didácticos y actividades que subyacen en el trabajo con este tipo de representaciones gráficas. Cada uno de estos ítems contaba también con seis posibilidades de respuestas, de similar forma que los de la primera parte del cuestionario. La Tabla 90 muestra cada ítem y sus respectivos indicadores.

Tabla 90

Diez ítems e indicadores considerados en el instrumento de exploración inicial

Numero de ítem	Indicadores
1	Adecuación del material propuesto, según la edad de los estudiantes.
2	Accesibilidad al texto y a las RGC propuestas.
3	Reconocimiento de las RGC como recursos didácticos de interés para los alumnos de Educación Secundaria, vinculado a las variables que se utilizan en las mismas.
4	Reconocimiento de las RGC como recursos didácticos de interés para los alumnos de Educación Secundaria, vinculado a las variables que se utilizan en las mismas.
5	Uso de las RGC como recurso para la comprensión de diversos conceptos de BP.
6	Aplicación de la actividad semiótica de conversión.
7	Consideración de la ayuda otorgada a los alumnos para interpretar adecuadamente las RGC.
8	Comparación con el proceso de formación docente.
9	Uso de las RGC como recurso para la comprensión de diversos conceptos de BP.
10	Diferenciación de las RGC.

Luego se seleccionaron las seis preguntas más específicas y vinculadas unívocamente a un sólo indicador, resultando los seis ítems e indicadores que figuran en la Tabla 91:

Tabla 91

Seis ítems e indicadores considerados en el instrumento de exploración inicial

Numero de ítem	Indicadores
1	Adecuación del material propuesto, según la edad de los estudiantes.
2	Accesibilidad al texto y a las RGC propuestas.
3	Reconocimiento de las RGC como recursos didácticos de interés para los alumnos de Educación Secundaria, vinculado a las variables que se utilizan en las mismas.
4	Consideración de la ayuda otorgada a los alumnos para interpretar adecuadamente las RGC.
5	Uso de las RGC como recurso para la comprensión de diversos conceptos de BP.
6	Análisis del uso de las RGC, comparando el diseño curricular de la escolaridad secundaria, en el área de Matemática y Biología.

El cuestionario inicial completo se puede ver en el Anexo 3.

5.2.2 Validación del cuestionario

La validación de este instrumento se realizó durante los meses de febrero y marzo de 2013, y contó con el valioso aporte de los siguientes expertos:

- (a) Dr. Francisco González García (Universidad de Granada)
- (b) Dr. Agustín Cervantes Madrid (Universidad de Granada)
- (c) Dra. Maria Pilar Jiménez Tejada (Universidad de Granada)
- (d) Dr. José Miguel Vilchez González (Universidad de Granada)
- (e) Dra. Ana Maria Núñez (Universidad de Mendoza)
- (f) Dr. Manuel Fernández González (Universidad de Granada)
- (g) Dra. Manuela Jimeno (Universidad de Málaga)

Se les envió a los mismos el cuestionario inicial con 20 ítems en la primera parte y 6 en la segunda, de forma tal que la valoración para cada ítem se realizara utilizando una escala de 1 a 6 teniendo en cuenta los criterios de:

- **PERTINENCIA:** Grado en que la cuestión resulta adecuada para el modelo, la dimensión y el ámbito en que se incluye.
- **CLARIDAD:** Grado en que la cuestión será comprendida fácilmente por los sujetos, dada su claridad y precisión.

El valor 1 indica mínima pertinencia o claridad en la cuestión planteada y el valor 6 indica máxima pertinencia o claridad en la misma, siguiendo la siguiente escala:

1	2	3	4	5	6
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

5.2.2.1 Validación de la primera parte del cuestionario

A modo de ejemplo en la Tabla 92 se muestra el formato de validación del ítem 1 del cuestionario inicial con que fue enviado a los expertos.

Tabla 92

Formato usado para la validación (ejemplo del ítem 1 de la primera parte del cuestionario inicial)

Marca sólo un número en cada una de las respuestas:

1. La cantidad de variables que puedes observar en la gráfica es igual a:	
a) Tres	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) Cuatro	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Cinco	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
Comentarios:	

Luego de la validación realizada por los expertos se decide modificar la escala utilizada en las respuestas de cada ítem, de seis opciones a tres, por lo cual cada pregunta podía ser respondida mediante tres opciones de respuestas siguiendo la escala Likert, correspondiendo a:

1	2	3
En desacuerdo	Ni acuerdo, ni desacuerdo	De acuerdo

A continuación se muestra el ítem 1 de la primera parte a modo de ejemplo:

Tabla 93

Ítem 1 de la primera parte del cuestionario inicial

Marca sólo un número en cada una de las respuestas:

1. La cantidad de variables que puedes observar en la gráfica es igual a:	
a) Tres	1 – 2 – 3
b) Cuatro	1 – 2 – 3
c) Cinco	1 – 2 – 3

La Tabla 94 muestra los porcentajes obtenidos de pertinencia y claridad, y sus porcentajes promedios en cada ítem analizado. Los resultados completos de validación de los expertos se muestran en el Anexo 5.

Tabla 94
Porcentajes de pertinencia y claridad en la validación

Numero de ítem	Porcentaje de Pertinencia	Porcentaje de Claridad	Porcentaje Promedio
1	71	43	57
2	100	71	85,5
3	100	71	85,5
4	57	86	71,5
5	71	57	64
6	100	86	93
7	100	28	64
8	86	71	78,5
9	100	71	85,5
10	86	71	78,5
11	100	71	85,5
12	57	71	64
13	86	71	78,5
14	43	14	28,5
15	43	43	43
16	0	43	21,5
17	28	14	21
18	57	86	71,5
19	86	71	78,5
20	14	28	21

Los ítems 1, 7, 14, 15, 16, 17 y 20 (sombreados en la Tabla 94 en color gris), no superaron el 50% de puntuación en uno o ambos aspectos considerados para la validación (pertinencia o claridad), por lo que fueron eliminados o modificados.

El ítem 1 (ver Tabla 92) recibió los siguientes comentarios:

Juez (a): Puede generar confusión a pesar de la pertinencia sobre todo al vincular con las sucesivas preguntas.

Juez (b): Idónea para ver variables y funcionalidad.

Juez (c): No veo clara la necesidad de valorar el grado de acuerdo o desacuerdo en esta pregunta. La pregunta está claramente expresada; sin embargo el que tengan que valorar el grado de acuerdo o desacuerdo puede hacerles dudar. Quizá sería mejor poner dos números asociados a acuerdo o desacuerdo.

Juez (d): Si bien la pregunta me parece pertinente al 100%, quizá no tanto el modo en el que se obtiene la respuesta. Por ejemplo, una persona que puntuase con 6 una opción no tiene más remedio que puntuar con 1 las otras dos. Algo más lioso sería que alguien marcase, por ejemplo y en orden, 2, 4, 5. La lectura sería que estaría en desacuerdo con que las variables fueran 3, algo de acuerdo en que sean cuatro, y de acuerdo en que son 5. ¿Cómo se interpretaría esto? Esta pregunta debería plantearse fuera de la escala Likert.

Juez (e): Sin comentarios.

Juez (f): Yo sólo veo dos variables, que son las que marcan los ejes. Las gráficas son variaciones de esas variables.

Juez (g): Sin comentarios.

Al no estar claro en las opciones de respuestas, como lo consideraron los expertos, se modificó la opción de respuesta c) de la siguiente forma:

Tabla 95

Ítem 1 de la primera parte modificado del cuestionario inicial

1. La cantidad de variables que puedes observar en la gráfica es igual a:	
a) Tres	1 – 2 – 3
b) Cuatro	1 – 2 – 3
c) Dos	1 – 2 – 3

Respecto del ítem 7, mostrado en la Tabla 96, recibió los siguientes comentarios:

Juez (a): Yo no entiendo lo de las inyecciones letales, ¿es un vertido contaminante?

Juez (b): Especificar mejor como y que quiere decirse con este derramamiento.

Juez (c): Si se supone que tiene que ser una la respuesta correcta (es “alguna” localidad y no “algunas”), no tiene sentido poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo.

Juez (d): Sin comentarios.

Juez (e): Podría aclarar el relato que ese evento afectando o impactando en alguna de las localidades de esta especie.

Juez (f): Sin comentarios.

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 96

Ítem 7 del cuestionario inicial

7. En el año 2004 tuvo lugar un derramamiento de “inyecciones letales” (inyección de fenol de 10 cm ³) en alguna de las localidades de esta especie. A la vista de las gráficas, ¿sabrías decir en cuál de ellas?	
a) En la Patagonia	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) En el Litoral.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) En el Este.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

El enunciado de este ítem 7 fue modificado, como se indica en la Tabla 97, identificando el concepto de inyección letal como el derramamiento de fenol en el ambiente.

Tabla 97

Ítem 7 modificado del cuestionario inicial

7. En el año 2004 tuvo lugar un derramamiento de fenol en el ambiente (se denominó al proceso “inyección letal”). A la vista de las gráficas, ¿sabrías decir en cuál de las regiones ocurrió esta contaminación?	
a) En la Patagonia	1 – 2 – 3
b) En el Litoral.	1 – 2 – 3
c) En el Este.	1 – 2 – 3

Respecto del ítem 14 (Tabla 98), recibió los siguientes comentarios de los jueces evaluadores:

Juez (a): Es confusa la redacción.

Juez (b): Confusa por lo del año 2010 que no viene en la gráfica y no se menciona, además reenlazar diferentes propuestas que para dar respuesta a las anteriores ya se debería haber manejado esas dependencias funcionales, se podría trabajar sobre la del 2006 y simplificaría las propuesta a), b) y c).

Juez (c): Al no corresponder la respuesta a la pregunta que se hace podría generar dudas. Sería conveniente cambiar la pregunta para adaptarla a las respuestas que se consideran.

Juez (d): Sin comentario.

Juez (e): No son claras las opciones de respuesta en relación a la pregunta y las posibles intenciones de respuesta.

Juez (f): Parece que se pide un número concreto (Luego aparece en la 15).

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 98
Ítem 14 del cuestionario inicial

14. Si la densidad de población de <i>cachilos</i> en el año 2006 aumenta al doble en el año 2010, entonces, ¿Cuál será el valor de la densidad de población de estas aves en ese año?	
a) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>chingolos</i> y el tiempo en años.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>cachilos</i> por km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>cachilos</i> en 1000 km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Este ítem se modificó tanto en su pregunta como también en las opciones de respuestas, teniendo en cuenta la población de *marumbé* en lugar de la de *cachilos*, adaptándola de este modo a las opciones de respuestas propuestas, como muestra la Tabla 99.

Tabla 99
Ítem 14 modificado del cuestionario inicial

14. ¿Cuál será el valor de la densidad de población de <i>marumbé</i> en el año 2010, si se supone que aumentará el doble con respecto al año 2006?	
a) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>chingolos</i> y el tiempo en años.	1 – 2 – 3
b) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>marumbé</i> por km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3
c) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>marumbé</i> en 100 km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3

Respecto del ítem 15, inicialmente formulado como se indica en la Tabla 100, recibió los siguientes comentarios:

Juez (a): Sin comentarios.

Juez (b): El alumno debe interpretar que valor esta exactamente en la mitad del tramo, se pondrían poner valores intermedios 60, 70, 80, 90?

Juez (c): Si se cambia la pregunta 14 ésta quizá también habría que cambiarla o ponerla en su lugar. Al ser las respuestas claramente excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo.

Juez (d): Sin comentarios.

Juez (e): No aporta valor a lo propuesto.

Juez (f): Sin comentarios.

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 100
Ítem 15 del cuestionario inicial

15. El cálculo correcto en la solución del problema anterior es:	
a) 2x90	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) 2x180	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) 2x100	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Al no lograr un porcentaje mayor a 50% ni en pertinencia ni en claridad, y teniendo en cuenta que no aporta valor a lo propuesto, se decidió eliminar este ítem del cuestionario.

Respecto del ítem 16 (Tabla 101), recibe los siguientes comentarios:

Juez (a): La cadena de preguntas 14-15-16 no me parece pertinente. Dejaría sólo la 14 con una redacción más simple.

Juez (b): ¿Porque se propone nuevos resultados numéricos?, se podría poner en la anterior o no ponerla la pregunta.

Juez (c): Al leer esta pregunta pueden pensar que es similar a la anterior y puede generar dudas. Habría que modificar algo la pregunta anterior. Ésta incluso se podría eliminar, aunque permitiría que pusieran en duda lo que han respondido en la anterior. Al ser las respuestas claramente excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo.

Juez (d): Ya se ha hecho en la 15.

Juez (e): No aporta valor, no se corresponde con un análisis de gráficas cartesianas, salvo que se le indique que corrobore su respuesta anterior con el valor que tiene la variable dependiente en el año 2010.

Juez (d): Equivale a dudar si el alumno sabe multiplicar por 2 o no.

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 101
Ítem 16 del cuestionario inicial

16. La respuesta correcta al cálculo planteado en el problema del ítem 14 es:	
a) 140	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) 130	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) 180	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Al no lograr un porcentaje mayor a 50% ni en pertinencia ni en claridad, y atendiendo a su vinculación con los ítems 14 y 15, se decide también su eliminación del cuestionario.

Respecto del ítem 17 (Tabla 102), recibe los siguientes comentarios:

Juez (a): Con perdón, esta cuestión está fuera de lugar.

Juez (b): Confusa, como se tiene en cuenta el valor descendente? A largo plazo si es proporcional, creo que es difícil sacar la ecuación.

Juez (c): No veo claro que sean capaces de diferenciar entre el grado 1 y el 2, ni entre el grado 5 y 6. El 3 y el 4 si son adecuadas porque pueden indicar duda respecto a 2 ó 5.

Juez (d): ¿Se está refiriendo a las cuestiones anteriores? En la gráfica general no se verifica ninguna de las ecuaciones proporcionadas.

Juez (e): Es incorrecto científicamente porque las unidades de densidad y de tiempo no se pueden expresar de ese modo, densidad está evaluada en cantidad de individuos y el tiempo en años.

Juez (f): ¿t es el año o un intervalo de tiempo?

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 102
Ítem 17 del cuestionario inicial

17. Si se considera en la población de <i>cachilos</i> , t a la variable que mide el tiempo y d la densidad de población, se puede afirmar que la relación entre ellas está dada por:	
a) $d= 2t$	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) $d= 3t +2$	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) $d= t^2$	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Este ítem tampoco logró un porcentaje mayor a 50% ni en pertinencia ni en claridad, y atendiendo a los comentarios realizados por los expertos, también se decide eliminar del cuestionario.

Por último, el ítem 20, formulado inicialmente como se indica en la Tabla 103, tras recibir los siguientes comentarios, fue modificado tanto en el enunciado como en las opciones de respuestas, especificando una situación hipotética de ejemplares que realiza una migración a una región diferente de la original y teniendo en cuenta las nociones de competencia intraespecífica e interespecífica. Su formulación final se muestra en la Tabla 104.

Juez (a): ¿Realmente estudian estos conceptos? ¿A qué alumnos se dirige el cuestionario? Creo que sólo un ecólogo bien experto sabría responder a esto.

Juez (b): No tengo claro su pertinencia, tengo dudas de la pregunta soy físico, quizás traten de indagar conceptos que no están en el texto.

Juez (c): Creo que para las pretensiones del estudio esta pregunta no es pertinente.

Juez (d): No tiene nada que ver con la gráfica.

Juez (e): Sólo observando la gráfica se puede analizar esta proposición? La gráfica no indica que haya competencia de especies ni que pueden excluirse

Juez (f): Sin comentarios.

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 103
Ítem 20 del cuestionario inicial

20. Si <i>chingolos</i> y <i>cachilos</i> en el año 2006 coincidieran en un mismo territorio y atendiendo a la gráfica, se puede afirmar que:	
a) se produce una relación de competencia intraespecífica (entre los individuos de la misma especie).	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) se produce una relación de competencia interespecífica (entre individuos de diferentes especies).	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) se produce una relación de parasitismo (interacción en la cual uno de los organismos consigue mayor beneficio que el otro).	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Tabla 104
Ítem 20 modificado del cuestionario inicial

20. En el año 2006 se observan en el norte del país, una serie de ejemplares marcados con anillo que fueron objeto de estudios en la Patagonia. En este caso se podría deducir que hubo una migración y que atendiendo a la gráfica se podría haber producido:		
a) una relación de competencia intraespecífica por los recursos ambientales	1 – 2 – 3	
b) una relación de competencia interespecífica por los recursos ambientales	1 – 2 – 3	
c) el comienzo de un proceso de exclusión competitiva desfavorable para las aves inmigrantes.	1 – 2 – 3	

En definitiva, de los 20 ítems que se presentaron en el cuestionario inicial para su validación, 4 ítems fueron modificados según las sugerencias realizadas por los expertos y 3 ítems se eliminaron, quedando sólo 17 ítems que conformaron el instrumento de evaluación final. Además se realizó un nuevo ordenamiento de los ítems, tal y como se muestra en la Tabla 105.

Tabla 105
Comparación de la numeración de los ítems en el cuestionario inicial y final

Número de ítem en el cuestionario inicial	Estado	Número de ítem en el cuestionario final
1	Modificado en su redacción	1
2	Permanece igual	2
3	Permanece igual	3
4	Modificado en su numeración	15
5	Modificado en su numeración	4
6	Modificado en su numeración	5
7	Modificado en su redacción y en su numeración	17
8	Modificado en su numeración	7
9	Modificado en su numeración	8
10	Modificado en su numeración	9
11	Modificado en su numeración	10
12	Modificado en su numeración	11
13	Modificado en su numeración	12
14	Modificado en su redacción	14
15	Eliminado	
16	Eliminado	
17	Eliminado	
18	Modificado en su numeración	6
19	Modificado en su numeración	13
20	Modificado en su redacción y numeración	16

La Tabla 106 vincula las actividades semióticas, sus respectivos indicadores y los ítems correspondientes al instrumento de evaluación final.

Tabla 106

Actividades semióticas, indicadores e ítems del instrumento de exploración final

Actividades ligadas a la semiosis	Indicadores	Ítem
Formación	• Número de variables (NV)	1
	• Tipo de variables (TV)	2
	• Valores de las variables (VV)	4
	• Clasificación de las variables (CIV)	4
	• Ubicación de las variables (UV)	5
	• Extrapolación de variables (EV)	6
	• Comparación de variables (CV)	3
	• Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	7, 8
	• Clasificación de la relación entre las variables (CRV)	9
Tratamiento	• Reconocimiento de las unidades (RU)	10
	• Reconocimiento de escalas (RE)	11
	• Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)	12, 13
	• Comprensión del problema (CP)	14
	• Resolución (RP)	14
Conversión	• Emisión de la respuesta (ER)	14
	• Determinación de la relación algebraica (RA)	14
	• Establecimiento de la forma en que covarían las variables (CoV)	15, 16
	• Transferencia de conceptos (TC)	17
	• Conversión de representaciones (CR)	17

5.2.2.2 Validación de la segunda parte del cuestionario

La Tabla 107 muestra a modo de ejemplo el ítem 1 de la segunda parte del instrumento de exploración que se envió para su validación:

Tabla 107

Ítem 1 de la segunda parte del cuestionario inicial para validar

Marca sólo un número en cada una de las respuestas:

1. En su opinión, este material es adecuado para estudiantes:	
a) de edades comprendidas entre 13 y 16 años.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) de edad mayor a 16 años.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) no es adecuado para ningún rango de edad.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
OBSERVACIONES:	

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

En la Tabla 108 se muestran los porcentajes obtenidos de pertinencia y claridad, y los promedios en cada ítem analizado.

Tabla 108
Porcentajes de pertinencia y claridad en la validación, de la segunda parte del cuestionario

Numero de ítem	Porcentaje de Pertinencia	Porcentaje de Claridad	Porcentaje Promedio
1	100	71	85,5
2	57	42	49,5
3	43	28	35,5
4	71	57	64
5	71	28	49,5
6	57	28	42,5

Los ítems 2, 3, 5 y 6 (sombreados en la Tabla 108 en color gris), no superaron el 50% en la validación de uno o ambos aspectos para evaluar, por lo tanto fueron los ítems a los cuales se les realizaron modificaciones.

Respecto del ítem 2, descrito en la Tabla 109, recibió los siguientes comentarios:

Juez (a): ¿Qué gráficas 1 y 2?

Juez (b): Sin comentarios.

Juez (c): Sin comentarios.

Juez (d): Sin comentarios.

Juez (e): Sólo se presenta una gráfica, la figura 1.

Juez (f): ¿Dónde están las gráficas 1 y 2?

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 109
Ítem 2 de la segunda parte del cuestionario inicial

2. Con respecto al texto y gráficas propuestas se puede considerar que:	
a) El texto es accesible, pero las gráficas no.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) El texto y la gráfica 1 son accesibles, pero la gráfica 2 no.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Las gráficas no son accesibles porque no ostentan los datos de los ejes.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

OBSERVACIONES:

Cabe aclarar que en el envío del material para validar, se produjo un error y tres de los jueces (a, e y f) recibieron el documento con una sola RGC, en lugar de dos, y es por esto que se crearon las dudas acerca de cuáles eran las gráficas 1 y 2. Como el porcentaje de claridad no supero el 50%, las opciones de respuestas se modificaron en la redacción, obteniendo un nuevo ítem 2, que se muestra en la Tabla 110.

Tabla 110
Ítem 2 modificado del cuestionario inicial

2. Con respecto al texto y gráficas propuestas se puede considerar que:	
a) el texto es accesible, pero las gráficas no.	1 – 2 – 3
b) la gráfica 2 es más comprensible que la gráfica 1.	1 – 2 – 3
c) las gráficas ayudan a comprender mejor el texto.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

Respecto del ítem 3, descrito inicialmente como se muestra en la Tabla 111, recibe los siguientes comentarios:

Juez (a): La c) no tiene sentido alguno en secundaria y dudo que en universidad les quede claro a muchos estudiantes.

Juez (b): Sin comentarios.

Juez (c): He de suponer que el recurso de interés por el que preguntas son las gráficas. Sin embargo, no se pone explícitamente en la pregunta. Creo que habría que ponerlo.

Juez (e): ¿A qué recursos se refiere? Será a la utilización de gráficas cartesianas en el proceso de enseñanza? Si es así está mal enunciada la proposición.

Juez (f): Sin comentarios.

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 111
Ítem 3 del cuestionario inicial

3. Teniendo en cuenta la identificación de las variables se puede establecer que para el nivel secundario, serían recursos didácticos de interés:	
a) Establecer el número de variables.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) Reconocer el tipo y valor de las variables.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Asignar un valor nuevo a las variables.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
OBSERVACIONES:	

De acuerdo a las sugerencias de los expertos y al bajo porcentaje obtenido en pertinencia y claridad, se modificó tanto en su enunciado como en sus opciones de respuestas, quedando como se muestra en la Tabla 112.

Tabla 112
Ítem 3 modificado del cuestionario inicial

3. Teniendo en cuenta la identificación de las variables se puede establecer que para el nivel secundario, las gráficas cartesianas serían recursos didácticos de interés, si el estudiante puede reconocer:

a) la cantidad de variables involucradas en la representación gráfica.	1 – 2 – 3
b) el tipo de variables, es decir si son dependientes o independientes.	1 – 2 – 3
c) la relación algebraica que se puede definir entre las variables.	1 – 2 – 3

OBSERVACIONES:

Respecto del ítem 5, redactado como se muestra en la Tabla 113, obtuvo los siguientes comentarios:

Juez (a): Sin comentarios.

Juez (b): Sin comentarios.

Juez (c): He de suponer que la temática en cuestión son las gráficas. Habría que añadir de qué temática se trata.

Juez (d): Sin comentarios.

Juez (e): La temática es de la biología el recurso de utilizar gráficas cartesianas es lo que puede haber sido o no abordado en su etapa de formación.

Juez (f): 5a y 5b se solapan “curricula” es plural (en latín), mejor: “los curricula”.

Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 113
Ítem 5 del cuestionario inicial

5. Atendiendo a su labor en el aula:

a) Utilizo estas gráficas, únicamente para exponer un contenido conceptual.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) No utilizo este tipo de gráficas porque el alumnado no posee capacidades desarrolladas para su interpretación y aplicación.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) No utilizo este tipo de gráficas porque en los libros de textos para el nivel no aparecen.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

OBSERVACIONES:

Para aclarar este ítem se reformuló su enunciado y sus opciones de respuestas, haciéndolas más explícitas, como sugirieron los expertos. En la Tabla 114 se muestra el ítem 5 modificado.

Tabla 114
Ítem 5 modificado del cuestionario inicial

5. El uso de las gráficas cartesianas como recurso para la comprensión de diversos conceptos, entre otros, el de la Biología de poblaciones, comparando con tu proceso de formación, puedes afirmar que:	
a) No ha sido un recurso utilizado con frecuencia o énfasis durante las clases en tu formación.	1 – 2 – 3
b) No es un recurso presente en los libros sugeridos u obligatorios en tu formación.	1 – 2 – 3
c) Es un recurso que vincula conceptos matemáticos, pero, ese dominio disciplinar no formó parte del curriculum del profesorado que transité.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

Y, por último, respecto al ítem 6, que inicialmente estaba redactado como se muestra en la Tabla 115, recibe los siguientes comentarios de los jueces:

- Juez (a):** Para la pregunta 5 y 6 estoy en la opción c), no conozco en profundidad el curriculum.
Juez (b): No puede responder porque no esta en secundaria.
Juez (c): Pienso lo mismo que para la pregunta 5. El ítem c) habría que abreviarlo y ponerlo algo más claro.
Juez (d): Sin comentarios.
Juez (e): En este punto también creo que la temática no es la matemática, ella es solamente una herramienta para abordar la temática de la Biología.
Juez (f): Alguna opción (6a) suena a V/F.
Juez (g): Sin comentarios.

Tabla 115
Ítem 6 del cuestionario inicial

6. Haciendo comparación en el diseño curricular de la escolaridad secundaria :	
a) el desarrollo de estas temáticas en el área de la Matemática no coincide temporalmente (ni en año de escolaridad ni en el ciclo escolar) con el tratamiento en el área de las Ciencias Naturales.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) el desarrollo de las representaciones mediante gráficas cartesianas es coincidente en ambas áreas, pero la formación de capacidades en los estudiantes es restringida y sólo pueden resolver ejercicios muy sencillos.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) desconozco la secuenciación de los contenidos de las áreas involucradas para la formación de capacidades en los estudiantes, vinculadas con la interpretación y uso de gráficas cartesianas.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
OBSERVACIONES:	

Como sugerían los comentarios de los expertos, este ítem 6 fue modificado en las opciones de respuesta, ampliando sus detalles. Quedó finalmente redactado como se indica en la Tabla 116.

Tabla 116
Ítem 6 modificado del cuestionario inicial

6. Haciendo comparación en el diseño curricular de la escolaridad secundaria:	
a) el desarrollo de las representaciones mediante gráficas cartesianas en el área de la Matemática no coincide temporalmente (ni en año de escolaridad ni en el ciclo escolar) con el tratamiento en el área de las Ciencias Naturales.	1 – 2 – 3
b) el desarrollo de las representaciones mediante gráficas cartesianas es coincidente en ambas áreas, pero la formación de capacidades en los estudiantes es restringida y sólo pueden resolver ejercicios muy sencillos.	1 – 2 – 3
c) desconozco la secuenciación de los contenidos de las áreas involucradas para la formación de capacidades en los estudiantes, vinculadas con la interpretación y uso de gráficas cartesianas.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

5.2.3 Descripción del instrumento de exploración final

El instrumento de exploración final se muestra en el Anexo 4. En él se conservan las dos partes que conformaban el inicial; la primera, para indagar en la comprensión de los estudiantes sobre las RGC relacionadas con la BP; y la segunda, para sondear la formación didáctica de los estudiantes de Profesorado de Biología. Su estructura general coincide por tanto con la del cuestionario inicial (Tabla 85), diferenciándose en el número de cuestiones de la primera parte, que ahora son 17 en lugar de 20, y en las de la segunda parte que ahora son 6 en lugar de 10.

La primera parte queda conformada por el mismo texto introductorio y las dos RGC que ya figuraban en el cuestionario inicial, además de las 17 cuestiones, vinculadas a las actividades semióticas, mediante los indicadores que se muestran en la Tabla 106.

La segunda parte consta de 6 cuestiones reformuladas como se indica en el epígrafe 5.2.2.2. Siguen estando referidas a la accesibilidad de las representaciones, respecto de la forma de presentación y del tipo de información que contienen, así como al análisis didáctico de la primera parte.

5.2.4 Implementación del instrumento de exploración y características psicométricas

El instrumento de exploración se aplicó a un total de 23 estudiantes de Profesorado de Biología. El día 21 de mayo de 2013, se administró a 4 alumnos que estudiaban cuarto año del Profesorado en Ciencias Básicas - Orientación en Biología, en el Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), con el consentimiento de la profesora a cargo, la Dra. Liliana Mayoral; este profesorado cuenta con muy bajo número de alumnos, lo que justifica la cantidad seleccionada. Luego el día 30 de mayo de 2013, se aplicó a 4 alumnos de tercer año y a 15 alumnos de cuarto año que estudiaban el Profesorado en Biología en el Instituto Superior del Profesorado “San

Pedro Nolasco”, con la autorización de los profesores a cargo, Prof. Rodolfo Magni y Prof. Ernesto Montero, respectivamente. Ambos Institutos pertenecen a la ciudad de Mendoza (Argentina).

Tabla 117
Implementación del instrumento de exploración

Fecha	Institución	Año de cursado	Número de alumnos
21 de mayo de 2013	Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Cuyo	4º año	4
30 de mayo de 2013	Instituto Superior del Profesorado “San Pedro Nolasco”	3º año	4
30 de mayo de 2013	Instituto Superior del Profesorado “San Pedro Nolasco”	4º año	15
		TOTAL	23

Del estudio cuantitativo realizado al instrumento de exploración, se obtuvo un Alfa de Cronbach igual a 0.758, lo cual representa una evaluación fiable para esta muestra de 23 alumnos.

Tabla 118
Estadísticas de confiabilidad

Resumen de procesamiento de casos				Estadísticas de confiabilidad	
		N	%	Alfa de Cronbach	N de ítems
Casos	Validos	23	100,0	,758	69
	Excluidos	0	,0		
	Total	23	100,0		

5.3 Resultados y análisis de su aplicación

5.3.1 Resultados obtenidos en la primera parte

Considerando las actividades ligadas a la semiosis se evaluó el desempeño de los estudiantes en la primera parte del instrumento aplicado, teniendo en cuenta que de las 17 cuestiones, el 53 % se refirió a la *formación*, el 29% al *tratamiento* y sólo el 18% a la actividad de *conversión*.

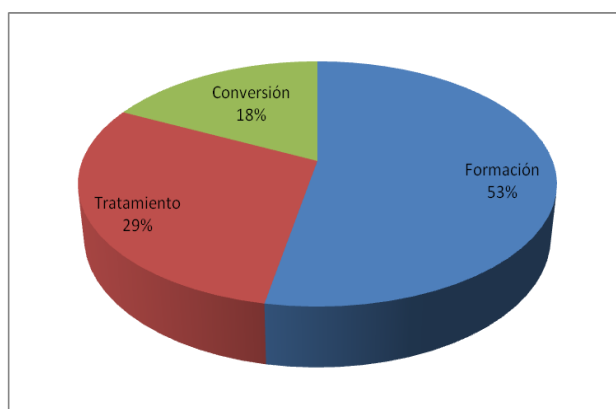


Figura 80. Porcentaje de ítems referidos a las actividades semióticas presentes en el instrumento de exploración

Para analizar la aplicación del instrumento de exploración a los estudiantes de profesorado, se definieron 17 variables (Tabla 119) para la primera parte que correspondieron a cada uno de los ítems propuestos, y luego se ingresaron al paquete estadístico SPSS IBM Statistics 20.0, a fin de realizar su estudio estadístico.

Tabla 119

Número de ítem y variables definidas en la primera parte del instrumento de exploración

Primera parte									
Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	
Variable	val	rel	comp	valos	eje	inte	cach	pob	
Ítem	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Variable	proa	dens	denpo	denco	porc	doble	texto	migr	fenol

Estos ítems y sus respectivas variables se definieron explícitamente en función de cada una de las actividades semióticas, como se muestra en la Tabla 120.

Tabla 120

Actividades semióticas y sus respectivas variables definidas en la primera parte del instrumento de exploración

Actividad semiótica	Variables
<i>Formación</i>	val, rel, comp, valos, eje, inte, cach, pob y proa
<i>Tratamiento</i>	dens, denpo, denco, porc y doble
<i>Conversión</i>	texto, migr y fenol

Se realizó un estudio cuantitativo con respecto a cada una de las actividades semióticas, determinando en una primera instancia las frecuencias absolutas para cada una de las variables involucradas, luego las frecuencias porcentuales, parámetros de centralización (media, moda y mediana) y desviación estándar de los resultados hallados en esta aplicación. Se las presenta referidas a cada actividad semiótica:

- Para la actividad de *formación*

Las frecuencias absolutas halladas en esta actividad semiótica se muestran en la Tabla 121.

Tabla 121
Frecuencias absolutas obtenidas en la actividad de formación

Variable	En desacuerdo (1)	Ni acuerdo, ni desacuerdo (2)	De acuerdo (3)
val a	16	0	7
val b	23	0	0
val c	6	0	17
rel a	18	2	3
rel b	20	2	1
rel c	4	1	18
comp a	22	1	0
comp b	5	0	18
comp c	19	0	4
valos a	5	2	16
valos b	21	2	0
valos c	5	1	17
eje a	21	1	1
eje b	17	2	4
eje c	5	0	18
inte a	16	2	5
inte b	21	2	0
inte c	2	2	19
cach a	8	7	8
cach b	19	4	0
cach c	9	2	12
pob a	19	0	4
pob b	4	0	19
pob c	22	0	1
proa a	13	5	5
proa b	13	4	6
proa c	19	1	3

Luego se calcularon frecuencias absolutas porcentuales, parámetros de centralización (media, moda y mediana) y desviación estándar, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 122.

Tabla 122

Resultados de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad semiótica de formación

Ítem	Variables	Frecuencia absoluta porcentual			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
1	val a	69,6%	0%	30,4%	1	1	1,61	0,941
	val b	100%	0%	0%	1	1	1,00	0
	val c	26,1%	0%	73,9%	3	3	2,48	0,898
2	rel a	78,3%	8,7%	13%	1	1	1,35	0,714
	rel b	87%	8,7%	4,3%	1	1	1,17	0,491
	rel c	17,4%	4,3%	78,3%	3	3	2,61	0,783
3	comp a	95,7%	4,3%	0%	1	1	2,61	0,209
	comp b	21,7%	0%	78,3%	3	3	2,41	0,843
	comp c	82,6%	0%	17,4%	1	1	1,35	0,775
4	valos a	21,7%	8,7%	69,6%	3	3	2,48	0,846
	valos b	91,3%	8,7%	0%	1	1	1,09	0,288
	valos c	21,7%	4,3%	73,9%	3	3	2,52	0,846
5	eje a	91,3%	4,3%	4,3%	1	1	1,13	0,458
	eje b	73,9%	8,7%	17,4%	1	1	1,43	0,788
	eje c	21,7%	0%	78,3%	3	3	2,57	0,843
6	inte a	69,6%	8,7%	21,7%	1	1	1,52	0,846
	inte b	91,3%	8,7%	0%	1	1	1,09	0,288
	inte c	8,7%	8,7%	82,6%	3	3	2,74	0,619
7	cach a	34,8%	30,4%	34,8%	2	1	2,00	0,853
	cach b	82,6%	17,4%	0%	1	1	1,17	0,388
	cach c	39,1%	8,7%	52,2%	3	3	2,13	0,968
8	pob a	82,6%	0%	17,4%	1	1	1,35	0,775
	pob b	17,4%	0%	82,6%	3	3	2,65	0,775
	pob c	95,7%	0%	4,3%	1	1	1,09	0,417
9	proa a	56,5%	21,7%	21,7%	1	1	1,65	0,832
	proa b	56,5%	17,4%	26,1%	1	1	1,70	0,876
	proa c	82,6%	4,3%	13%	1	1	1,30	0,703

El gráfico de barras (Fig. 81) visualiza las frecuencias porcentuales de cada una de las variables analizadas, considerando el porcentaje correcto hallado (marcado en “negrita” en la tabla anterior) y el porcentaje incorrecto (suma de los porcentajes restantes).

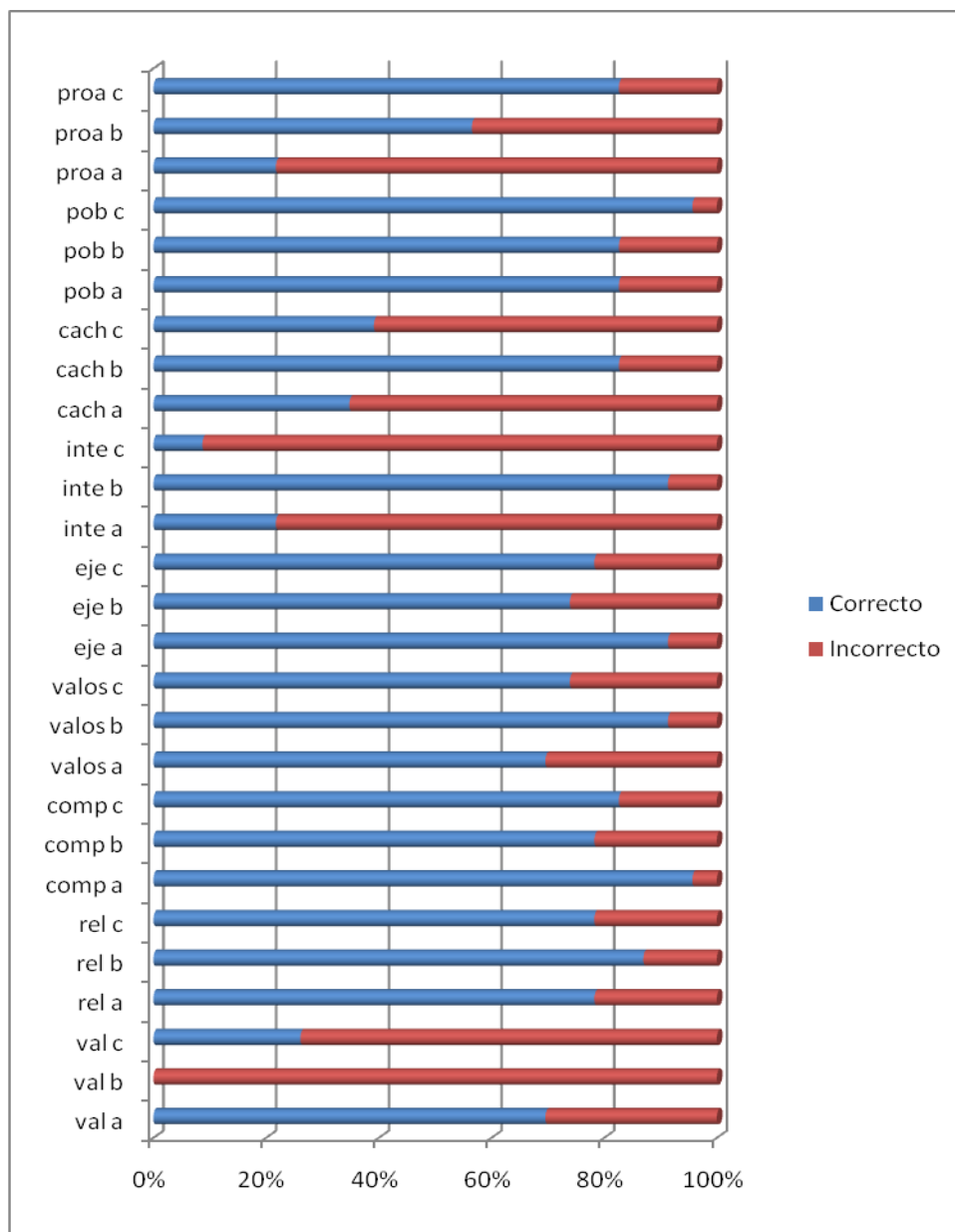


Figura 81. Gráfico de barras de las frecuencias porcentuales correspondientes a las respuestas obtenidas en la actividad de *formación* en el instrumento de exploración

Para evaluar estos resultados se utilizaron como referencia los valores correctos y se los comparó a los valores de las medianas obtenidas para cada una de las variables, lo que se visualiza en la Tabla 123, en la cual se remarca con color gris los casos de coincidencia.

Tabla 123

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de formación

Ítem	VARIABLES	Mediana	Valor correcto
1	val a	1	1
	val b	1	3
	val c	3	1
2	rel a	1	1
	rel b	1	1
	rel c	3	3
3	comp a	1	1
	comp b	3	3
	comp c	1	1
4	valos a	3	3
	valos b	1	1
	valos c	3	3
5	eje a	1	1
	eje b	1	1
	eje c	3	3
6	inte a	1	3
	inte b	1	1
	inte c	3	1
7	cach a	2	1
	cach b	1	1
	cach c	3	1
8	pob a	1	1
	pob b	3	3
	pob c	1	1
9	proa a	1	3
	proa b	1	1
	proa c	1	1

Se observa que para las variables **val b**, **val c**, **inte a**, **inte c**, **cach a**, **cach c** y **proa a**, los valores de sus medianas no coinciden con los valores correctos. Esta no coincidencia puede estar asociada a que el ítem 7, en este caso definido para analizar el comportamiento de las variables en la RGC, sea confuso en sus opciones de respuestas.

La media de porcentajes de aciertos para el conjunto de ítems asociados a la actividad cognitiva de *formación* es, como se muestra en la Tabla 124 (última fila), del 65,70%.

Tabla 124

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem asociados a la formación

Item	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
1	val	1-1-3	31,90
2	rel	1-1-3	81,20
3	comp	1-3-1	85,53
4	valos	3-1-3	78,26
5	eje	1-1-3	81,16
6	inte	3-1-1	40,56
7	cach	1-1-1	52,16
8	pob	1-3-1	86,96
9	proa	1-1-1	53,60
			Promedio 65,70%

- Para la actividad de *tratamiento*

La Tabla 125 y la Figura 82 muestran las frecuencias absolutas de las variables que corresponden a la actividad de *tratamiento*, que se obtuvieron en el instrumento aplicado.

Tabla 125
Frecuencias absolutas obtenidas en la actividad de tratamiento

Variable	En desacuerdo (1)	Ni acuerdo, ni desacuerdo (2)	De acuerdo (3)
dens a	6	2	15
dens b	21	1	1
dens c	19	1	3
denpo a	20	0	3
denpo b	6	2	15
denpo c	21	1	1
denco a	22	0	1
denco b	18	0	5
denco c	11	4	8
porc a	23	0	0
porc b	10	1	12
porc c	5	5	13
doble a	19	3	1
doble b	14	3	6
doble c	8	3	12

De similar manera que en la actividad de *formación*, se obtuvieron los resultados de las frecuencias porcentuales, parámetros de centralización y desviación estándar para la actividad de *tratamiento* (Tabla 126),

Tabla 126
Resultados de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de tratamiento

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
10	dens a	26,1%	8,7%	65,2%	3	3	2,39	0,891
	dens b	91,3%	4,3%	4,3%	1	1	1,13	0,458
	dens c	82,6%	4,3%	13%	1	1	1,30	0,703
11	denpo a	87%	0%	13%	1	1	1,26	0,689
	denpo b	26,1%	8,7%	65,2%	3	3	2,39	0,891
	denpo c	91,3%	4,3%	4,3%	1	1	1,13	0,458
12	denco a	95,7%	0%	4,3%	1	1	1,09	0,417
	denco b	78,3%	0%	21,7%	1	1	1,43	0,843
	denco c	47,8%	17,4%	34,8%	2	1	1,87	0,920
13	porc a	100%	0%	0%	1	1	1,00	0,000
	porc b	43,5%	4,3%	52,2%	3	3	2,09	0,996
	porc c	21,7%	21,7%	56,5%	3	3	2,35	0,832
14	doble a	82,6%	13%	4,3%	1	1	1,22	0,518
	doble b	60,9%	13%	26,1%	1	1	1,65	0,885
	doble c	34,8%	13%	52,2%	3	3	2,17	0,937

El gráfico de barras (Fig. 82) visualiza las frecuencias porcentuales de cada una de las variables analizadas, considerando el porcentaje correcto hallado (marcado en negrita en la tabla anterior) y el porcentaje incorrecto (suma de los porcentajes restantes).

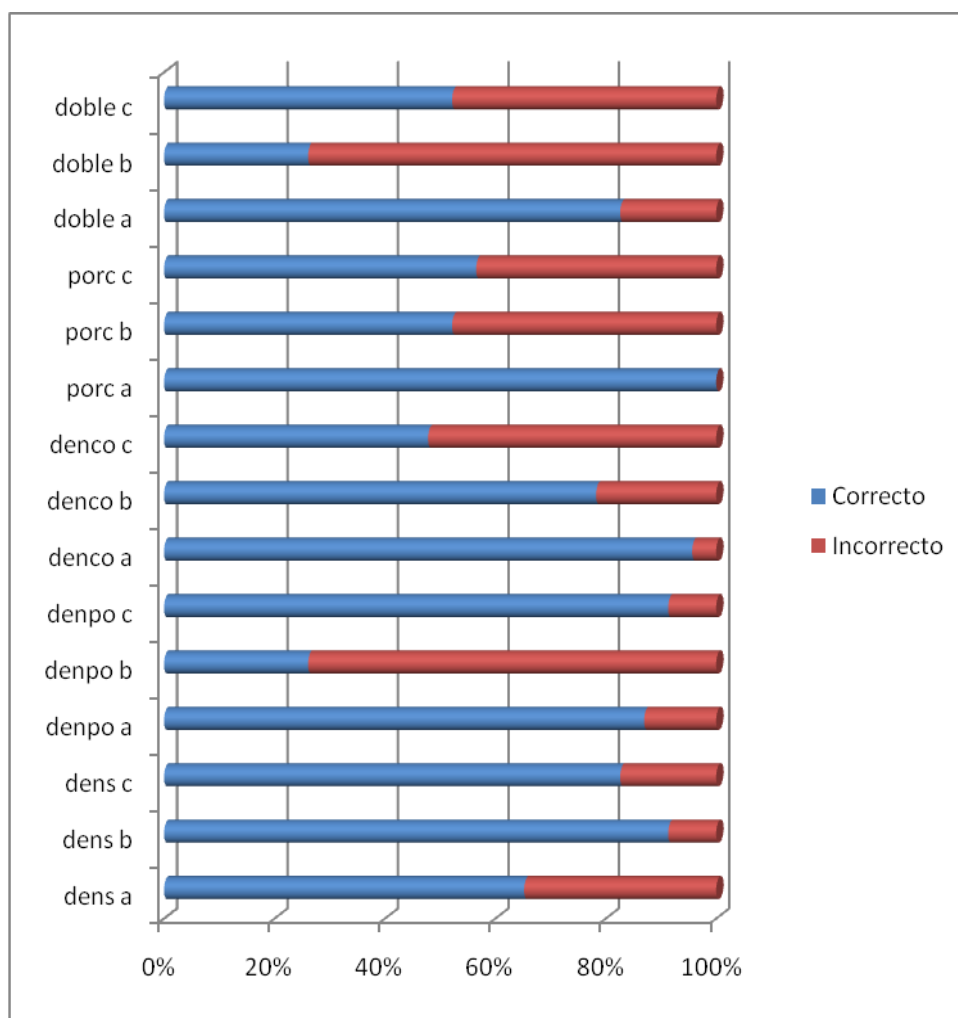


Figura 82. Gráfico de barras de las frecuencias porcentuales correspondientes a las respuestas obtenidas en la actividad de *tratamiento* en el instrumento de exploración

Los resultados obtenidos de la mediana de cada una de las variables, se compararon con los valores correctos (Tabla 127).

Tabla 127

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de tratamiento

Ítem	VARIABLES	Mediana	Valor correcto
10	dens a	3	3
	dens b	1	1
	dens c	1	1
11	denpo a	1	1
	denpo b	3	1
	denpo c	1	1
12	denco a	1	1
	denco b	1	1
	denco c	2	1
13	porc a	1	1
	porc b	3	3
	porc c	3	3
14	doble a	1	1
	doble b	1	3
	doble c	3	3

Se ha marcado en color gris las variables cuyas medianas coincidieron con el valor correcto. Se observa que en las variables **denpo b**, **denco c** y **doble b** no coinciden con el valor correcto. Sus frecuencias absolutas no superaron el 50% de acierto.

Considerando, en la Tabla 128 se calculan las medias de los porcentajes de aciertos de estos 5 ítems.

Tabla 128

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem asociados al tratamiento

Item	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
10	dens	3-1-1	79,70
11	denpo	1-1-1	68,13
12	denco	1-1-1	73,93
13	porc	1-3-3	69,56
14	doble	1-1-3	53,63
			Promedio 68,99%

La media de porcentajes de aciertos para el conjunto de ítems asociados a la actividad cognitiva de *tratamiento* es, como se muestra en la Tabla 128 (última fila), del 68,99%.

- Para la actividad de *conversión*

Las frecuencias absolutas obtenidas para esta actividad semiótica de *conversión* se muestran en la Tabla 129.

Tabla 129
Frecuencias absolutas obtenidas en la actividad de conversión

Variable	En desacuerdo (1)	Ni acuerdo, ni desacuerdo (2)	De acuerdo (3)
texto a	15	3	5
texto b	11	1	11
texto c	15	0	8
migr a	13	2	8
migr b	12	4	7
migr c	9	5	9
fenol a	14	3	6
fenol b	18	2	3
fenol c	9	1	13

Para la actividad semiótica de *conversión*, los resultados obtenidos de frecuencias porcentuales, media, mediana, moda y desviación estándar, se muestran en la Tabla 130.

Tabla 130
Resultados de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de conversión

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
15	texto a	65,2%	13%	21,7%	1	1	1,57	0,843
	texto b	47,8%	4,3%	47,8%	2	2	2,00	1,00
	texto c	65,2%	0%	34,8%	1	1	1,70	0,974
16	migr a	56,5%	8,7%	34,8%	1	1	1,78	0,951
	migr b	52,2%	17,4%	30,4%	1	1	1,78	0,902
	migr c	39,1%	21,7%	39,1%	2	1	2,00	0,905
17	fenol a	60,9%	13%	26,1%	1	1	1,65	0,885
	fenol b	78,3%	8,7%	13%	1	1	1,35	0,714
	fenol c	32,1%	4,3%	56,5%	3	3	2,17	0,984

El gráfico de barras (Fig. 83) visualiza las frecuencias porcentuales de cada una de las variables analizadas, considerando el porcentaje correcto hallado (marcado en negrita en la tabla anterior) y el porcentaje incorrecto (suma de los porcentajes restantes).

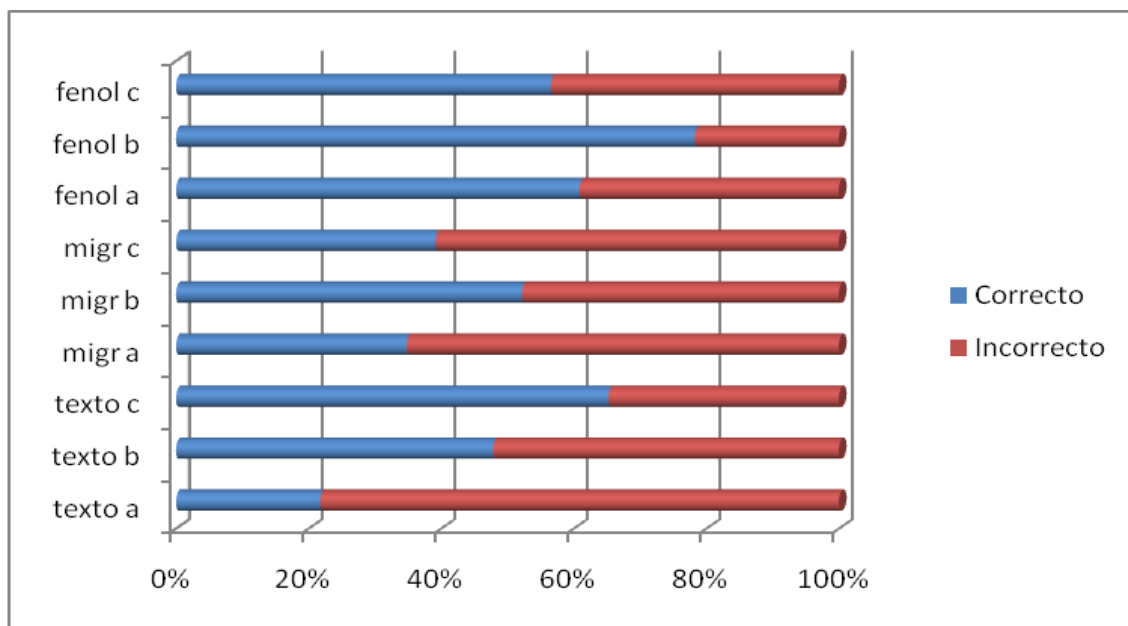


Figura 83. Gráfico de las frecuencias porcentuales correspondientes a las respuestas obtenidas en la actividad de *conversión* en el instrumento de exploración.

Luego se realiza la comparación y coincidencia entre las medianas obtenidas (Tabla 130) y los valores correctos, lo que se muestra en la Tabla 131, marcado en gris.

Tabla 131

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento de exploración para la actividad de conversión

Ítem	Variables	Mediana	Valor correcto
15	texto a	1	3
	texto b	2	1
	texto c	1	1
16	migr a	1	3
	migr b	1	1
	migr c	2	1
17	fenol a	1	1
	fenol b	1	1
	fenol c	3	3

Las variables **texto a**, **texto b**, **migr a** y **migr c**, no superan el 50% en sus frecuencias porcentuales (Tabla 130), y ello influye en las medias de porcentajes de aciertos que se muestran en la Tabla 132. Se observa que en los ítems 15 y 16 la media de porcentaje de aciertos es baja, siendo estas preguntas referidas a la transferencia de conceptos en este caso al de “población” y al de “relaciones de competencia intraespecífica e interespecífica”.

Tabla 132

Medias de porcentajes de aciertos de cada ítem asociados a la conversión

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
15	texto	3-1-1	44,90
16	migr	3-1-1	42,03
17	fenol	1-1-3	65,23
			Promedio 50,72%

Considerando conjuntamente todas las actividades semióticas de *conversión* se obtiene una media de porcentajes de acierto del 50,72% (última fila de la Tabla 132).

En síntesis la media de porcentajes de aciertos para cada actividad semiótica en la primera parte del instrumento de exploración, aplicado a los alumnos del profesorado de Biología, se muestra en la Tabla 133.

Tabla 133

Media de porcentajes de aciertos de los alumnos del profesorado para las actividades ligadas a la semiosis

Actividad semiótica	Media de porcentaje de aciertos
Formación	65,70%
Tratamiento	68,99%
Conversión	50,72%

5.3.2 Resultados obtenidos en la segunda parte

En la segunda parte se definieron seis variables referidas al análisis didáctico de la primera parte del instrumento de exploración (Tabla 134).

Tabla 134

Número de ítem y variables definidas en la segunda parte del instrumento de exploración

Segunda parte						
Ítem	1	2	3	4	5	6
Variable	edad	graf	ident	ayud	recur	curri

De las 23 respuestas obtenidas de la aplicación del instrumento de exploración, sólo 7 estudiantes del profesorado escribieron algunas observaciones con respecto a los 6 ítems analizados, las mismas se presentan referidas a cada uno:

Ítem 1

1. En tu opinión, este material es adecuado para estudiantes:
a) de edades comprendidas entre 13 y 16 años.
b) de edad mayor a 16 años.
c) no es adecuado para ningún rango de edad.

OBSERVACIONES:

- *Creo que es adecuado para mayor a unos 15 años.*
- *El material es muy rico, pero muy extenso de responder teniendo en cuenta la distracción de alumnos en este rango de edad.*
- *Me parece difícil de responder.*
- *Son preguntas que realmente requieren cierta comprensión, y menos con un pensamiento abstracto que tienen los alumnos de esta edad.*
- *Podría ser utilizado en un nivel superior.*
- *Sería adecuado para un nivel superior.*
- *El material es para todos, porque se puede interpretar los gráficos a partir de un texto, para esto se requiere atención que es necesaria practicar en todos sus niveles.*

Ítem 2

2. Con respecto al texto y gráficas propuestas se puede considerar que:
a) el texto es accesible, pero las gráficas no.
b) la gráfica 2 es más comprensible que la gráfica 1.
c) las gráficas ayudan a comprender mejor el texto.

OBSERVACIONES:

- *Antes que nada y de manera principal el alumno debe conocer como se lee un gráfico.*
- *La gráfica 2 nunca la vi, y por ende no se como manejarla.*

Ítem 3

3. Teniendo en cuenta la identificación de las variables se puede establecer que para el nivel secundario, las gráficas cartesianas serían recursos didácticos de interés, si el estudiante puede reconocer:
a) la cantidad de variables involucradas en la representación gráfica.
b) el tipo de variables, es decir si son dependientes o independientes.
c) la relación algebraica que se puede definir entre las variables.

OBSERVACIONES:

- *Hay mucha comparación, y quizás el alumno se pierda más que yo.*

Ítem 4

4. Para que los estudiantes interpreten adecuadamente las gráficas, crees que sería potencialmente más adecuado:

- a) Ayudarles a encontrar la fórmula matemática que justifica esa relación.
- b) Ayudarles a establecer la relación entre dos puntos.
- c) Ayudarles a interpretar los patrones de tendencia general.

OBSERVACIONES:

- *Ayudarles a relacionar el texto con el gráfico.*

Ítem 5

5. El uso de las gráficas cartesianas como recurso para la comprensión de diversos conceptos, entre otros, el de la Biología de poblaciones, comparando con tu proceso de formación, puedes afirmar que:

- a) No ha sido un recurso utilizado con frecuencia o énfasis durante las clases en tu formación.
- b) No es un recurso presente en los libros sugeridos u obligatorios en tu formación.
- c) Es un recurso que vincula conceptos matemáticos, pero, ese dominio disciplinar no formó parte del currículum del profesorado que transitó.

OBSERVACIONES:

- *Es un recurso que no tienen claro los alumnos.*

Ítem 6

6. Haciendo comparación en el diseño curricular de la escolaridad secundaria :

- a) el desarrollo de las representaciones mediante gráficas cartesianas en el área de la Matemática no coincide temporalmente (ni en año de escolaridad ni en el ciclo escolar) con el tratamiento en el área de las Ciencias Naturales.
- b) el desarrollo de las representaciones mediante gráficas cartesianas es coincidente en ambas áreas, pero la formación de capacidades en los estudiantes es restringida y sólo pueden resolver ejercicios muy sencillos.
- c) desconozco la secuenciación de los contenidos de las áreas involucradas para la formación de capacidades en los estudiantes, vinculadas con la interpretación y uso de gráficas cartesianas.

OBSERVACIONES:

- *No conozco la secuenciación de contenidos en Matemática, por lo que desconozco si coincide o no con el tema de poblaciones.*

Del estudio cuantitativo realizado se obtuvieron los valores de las frecuencias absolutas para cada una de las variables involucradas (Tabla 135).

Tabla 135

Frecuencias absolutas obtenidas en las variables definidas en la segunda parte del instrumento de exploración

Variables	En desacuerdo (1)	Ni acuerdo, ni desacuerdo (2)	De acuerdo (3)
edad a	14	6	3
edad b	8	2	13
edad c	20	2	1
graf a	16	2	5
graf b	21	1	1
graf c	4	1	18
ident a	3	2	18
ident b	3	5	15
ident c	4	9	10
ayud a	13	5	5
ayud b	5	4	14
ayud c	3	3	17
recur a	8	4	11
recur b	12	8	3
recur c	17	2	4
curri a	12	9	2
curri b	3	11	9
curri c	11	5	7

Se calcularon las frecuencias porcentuales, los parámetros de centralización y la desviación estándar, respectivas de las variables analizadas en esta segunda parte (Tabla 136).

Tabla 136

Resultados de la aplicación de la segunda parte del instrumento de exploración

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
1	edad a	60,9%	26,1%	13%	1	1	1,52	0,730
	edad b	34,8%	8,7%	56,5%	3	3	2,22	0,951
	edad c	87%	8,7%	4,3%	1	1	1,17	0,491
2	graf a	69,6%	8,7%	21,7%	1	1	1,52	0,846
	graf b	91,3%	4,3%	4,3%	1	1	1,13	0,458
	graf c	17,4%	4,3%	78,3%	3	3	2,61	0,783
3	ident a	13%	8,7%	78,3%	3	3	2,65	0,714
	ident b	13%	21,7%	65,2%	3	3	2,52	0,730
	ident c	17,4%	39,1%	43,5%	3	3	2,26	0,752
4	ayud a	56,5%	21,7%	21,7%	1	1	1,65	0,832
	ayud b	21,7%	17,4%	60,9%	3	3	2,39	0,839
	ayud c	13%	13%	73,9%	3	3	2,61	0,722
5	recur a	34,8%	17,4%	47,8%	3	3	2,13	0,920
	recur b	52,2%	34,8%	13%	1	1	1,61	0,722
	recur c	73,9%	8,7%	17,4%	1	1	1,43	0,788
6	curri a	52,2%	39,1%	8,7%	1	1	1,57	0,662
	curri b	13%	47,8%	39,1%	2	2	2,26	0,689
	curri c	47,8%	21,7%	30,4%	2	1	1,83	0,887

El gráfico de barras (Fig. 84) visualiza las frecuencias porcentuales de cada una de las variables analizadas, considerando el porcentaje correcto hallado (marcado en negrita en la tabla anterior) y el porcentaje incorrecto (suma de los porcentajes restantes).

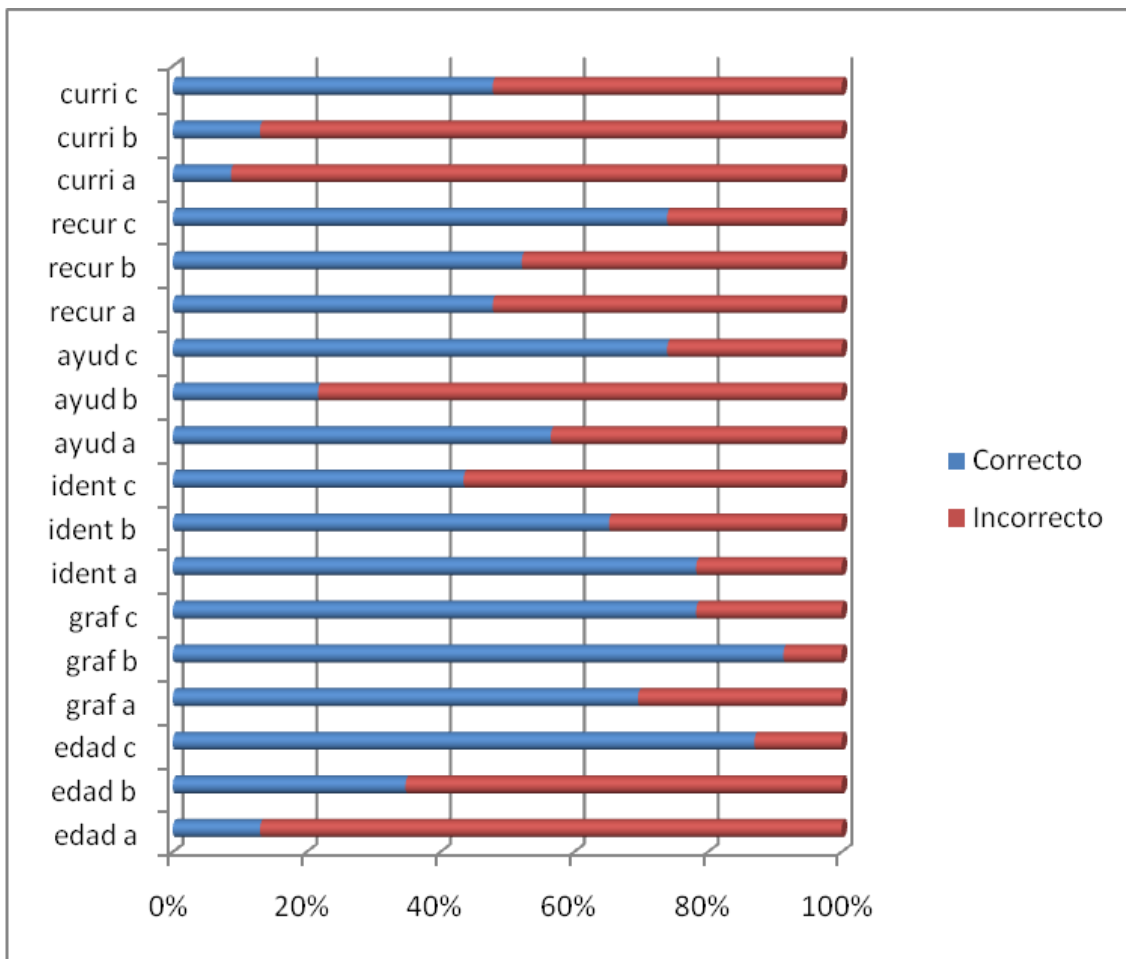


Figura 84. Gráfico de barras de las frecuencias porcentuales correspondientes a las respuestas obtenidas en la segunda parte del instrumento de exploración

Se realiza la comparación y coincidencia entre las medianas obtenidas (Tabla 136) y los valores correctos, lo que se muestra en la Tabla 137, marcado en gris.

Tabla 137

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación de la segunda parte del instrumento exploración

Ítem	VARIABLES	Mediana	Valor correcto
1	edad a	1	3
	edad b	3	1
	edad c	1	1
2	graf a	1	1
	graf b	1	1
	graf c	3	3
3	ident a	3	3
	ident b	3	3
	ident c	3	3
4	ayud a	1	1
	ayud b	3	1
	ayud c	3	3
5	recur a	3	3
	recur b	1	1
	recur c	1	1
6	curri a	1	3
	curri b	2	1
	curri c	2	1

Los resultados obtenidos en esta segunda parte del instrumento de exploración muestran que las medianas de las variables **edad a**, **edad b**, **ayud b**, **curri a**, **curri b** y **curri c** no coinciden con los valores correctos.

En el ítem 1, la mayoría de los estudiantes considera que el material presentado es adecuado para estudiantes de edad mayor a 16 años o no lo es para ningún rango de edad. Sin embargo, estas consideraciones no coinciden con las realizadas en las Propuestas Curriculares escolares definidas para esta franja de edad. Ello justifica la baja coincidencia con las respuestas correctas.

El ítem 4 referido a la interpretación adecuada de las RGC, muestra que un 60,9% de los encuestados está de acuerdo en que es necesario ayudar a los alumnos a establecer la relación entre dos puntos a fin de interpretar adecuadamente la gráfica; sin embargo, esta no es una respuesta coincidente con la correcta ya que en la interpretación de una RGC se involucran la clasificación, ubicación y comportamiento de las variables.

La pregunta 6 no refleja ninguna coincidencia, lo que podría estar mostrando el desconocimiento por parte de los encuestados de las Propuestas Curriculares definidas para la escolaridad Secundaria. Sin embargo, según los Diseños curriculares para estos profesorado, mostrados en el capítulo 3 (Tablas 72 y 75), los estudiantes del Instituto Superior del Profesorado San Pedro Nolasco, cursan en Tercer año la materia “Didáctica de las Ciencias Naturales, Nivel Secundario”, y los del Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Cuyo, cursan en Cuarto año la materia también obligatoria “Didáctica de las Ciencias básicas y de la Biología”.

Al calcular el valor medio de los porcentajes acertados de cada variable se obtiene que el 53,13% coincide directamente con los valores correctos (Tabla 138).

Tabla 138
Medias de porcentajes de aciertos de cada variable

Item	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
1	edad	3-1-1	44,93
2	graf	1-1-3	79,73
3	ident	3-3-3	62,33
4	ayud	1-1-3	50,70
5	recur	3-1-1	57,96
6	curri	3-1-1	23,16
			Promedio 53,13 %

Esta segunda parte del instrumento posee menor porcentaje de coincidencia que la primera, lo que puede estar asociado a la formación de los estudiantes investigados, y a que en esta sección se releva el análisis didáctico que deben realizar relativo al material presentado en la primera parte, y en especial al reconocimiento y uso de las RGC como recurso didáctico y su vinculación a conceptos específicos de BP.

5.4 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se expone el diseño, validación, implementación y análisis del instrumento de exploración aplicado a los alumnos del profesorado de Biología, con la finalidad de evaluar la formación conceptual y didáctica de los futuros docentes. El mismo está organizado en dos partes del mismo modo que el cuestionario inicial (Fig. 85). La primera consta de 17 cuestiones, y 3 ítems cada una, lo que hace un total de 51 ítems. Está conformada por un texto introductorio sobre el chingolo (*Zonotrichia capensis*) y dos RGC, cada pregunta fue enunciada teniendo en cuenta las actividades semióticas de *formación, tratamiento y conversión* y sus respectivos indicadores (Tabla 7 del Capítulo 2). La segunda parte consta de 6 preguntas con 3 ítems cada una de ellas, en un total de 18 ítems, que se refieren al análisis didáctico de la primera parte.

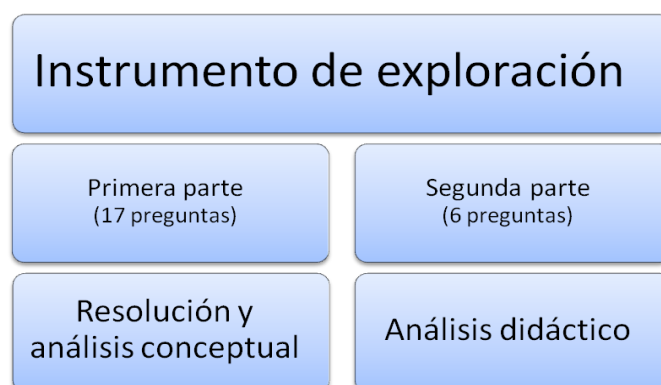


Figura 85. Descripción del Instrumento de exploración

El instrumento posee buenas características psicométricas con un Alfa de Cronbach igual a 0,758, fue validado por 7 expertos internacionales y luego aplicado a 23 estudiantes del Profesorado de Biología de la ciudad de Mendoza, que estaban en su mayoría finalizando sus estudios.

Del análisis realizado luego de la implementación del instrumento, se puede concluir que en la primera parte, los estudiantes del profesorado de Biología presentan una coincidencia de aciertos en promedio del 65,70% en las actividades de *formación*, el 68,99% en las de *tratamiento* y el 50,72% en las de *conversión*. En la segunda parte sólo el 53,13% coincide con los valores correctos.

Son factibles las siguientes conclusiones:

- Respecto a la capacidad de interpretar RGC que involucran conceptos de BP, los futuros profesores de Biología muestran un porcentaje relativamente elevado de aciertos en las tres actividades ligadas a la semiosis (en promedio un 61,80%), que hacen referencia a las funciones cognitivas de acceso, percepción y comunicación, por medio de la identificación y reconocimiento del comportamiento de las variables, reconocimiento de escalas y patrones, como también a la comprensión y resolución de problemas y emisión de respuestas. La actividad semiótica de *conversión* es la que ofrece menor porcentaje de acierto (50,72%), lo cual está asociado al indicador transferencia de conceptos, en este caso particular referido a los conceptos de “población” y de ‘relaciones de competencia intraespecífica e interespecífica’. Este hecho puede estar asociado a las diferentes definiciones que se le otorgan a estos conceptos fundamentales en BP, que se encuentran en los libros de texto de Educación Secundaria y de formación de Profesorado de Biología (ver Cáp. 3).
- Desde su preparación didáctica, la mayoría de los estudiantes encuestados afirma que el material no es adecuado para alumnos entre 13 y 16 años de edad, y sugieren que sea utilizado en un nivel superior; con respecto a la relación entre las gráficas y el texto, concuerdan que las RGC ayudan a comprender mejor el texto y la mayoría afirma que son un recurso didáctico de gran interés; sin embargo no todos coinciden en que la interpretación de una RGC se beneficie encontrando la fórmula matemática o los patrones de tendencia. La mayoría también afirma que desconoce la secuenciación y vinculación de estos contenidos en el currículum de Biología y Matemática, lo que también es notable porque los alumnos encuestados han cursado en sus profesorados asignaturas referidas a la Didáctica y al Currículum escolar.

Capítulo 6

Diseño y descripción de la
intervención didáctica para mejorar el
aprendizaje de contenidos de BP
vinculados a las RGC en estudiantes de
Educación Secundaria

Lo que embellece al desierto, dice el Principito,
es que oculta un manantial en cualquier parte.
Antoine de Saint- Exupery

6.1 Presupuestos previos

Para la enseñanza entendida como acción, materializada en la práctica docente, la intervención didáctica constituye una acción estratégica que pone en tensión a los alumnos con respecto a lo que las instituciones consideran como contenidos necesarios para ser enseñados (Barco de Surghi, 1999, citado en Gorodokin, 2006). Se producen una serie de adecuaciones y recortes de contenidos y de formas, con los que esta acción o acto de intervención tendrá lugar, señalando la actuación del docente con la intencionalidad de educar y enseñar (Buitrago et al., 2009). No se la considera como el simple ejercicio reiterado o habitual de la intervención, sino como la actuación desde una acción mediadora y de ayuda en el aprendizaje del alumno. La intervención didáctica puede ayudar, estimular y cooperar con el alumno en su aprendizaje, pero también en su versión más extrema puede no permitir la participación del sujeto en el proceso de enseñanza y limitarse a fiscalizar e inspeccionar desde la autoridad docente. La intervención docente tiene distintos matices que se materializan cuando se realiza la elección del estilo y técnicas de enseñanza, en la búsqueda de los recursos y estrategias utilizadas para abordarla, como también en el control de las actividades realizadas. Por consiguiente, las intervenciones educativas deberían partir de las características personales de los alumnos, motivando y suscitando el aprendizaje de conocimientos y la adquisición de habilidades y destrezas, desarrollando la capacidad de análisis de situaciones y problemas, y su capacidad de juicio crítico en la toma de decisiones (Pérez Vadillo, 2013).

¿Cuáles son las interrelaciones entre docente y contenidos de enseñanza que se propician en una intervención didáctica? Desde una perspectiva didáctica, el docente

toma una actitud de acción reflexiva de su quehacer, para revisar y analizar su práctica docente y luego proponer criterios para la toma de decisiones en la reconstrucción y diseño de sus intervenciones. Siguiendo la valorización de las pautas o aportes que supone, la intervención didáctica es entendida como una estrategia que el docente activo aprovecha para abordar un contenido específico de manera rigurosa dentro de un proyecto de aula, mejorando la calidad de la enseñanza y de los aprendizajes de los estudiantes (Buitrago et al., 2009). Enseñar supone tomar decisiones en forma intencional, seleccionar contenidos adecuados para que sean apropiados y resignificados en el momento preciso (Monereo, Castelló, Clariana, Palma y Pérez, 1999). La enseñanza entendida como un acto de comunicación específica (Gorodokin, 2005) se transforma en un proceso social que depende de actitudes, valores e intereses sociales y no sólo del conocimiento y habilidades científicas. La preocupación por desarrollar la ruta de acciones planeada en la intervención didáctica no debe permitir que el docente olvide que tanto los contenidos curriculares, como los intereses de los alumnos sean atendidos, además debe estar planificado dentro del marco del proyecto institucional, ya que se constituyen sobre una alta gama de contenidos. No todos serán abordados con la misma profundidad generando distintos niveles de integración y la presencia de desbalances planteados desde el currículo o desde el interés colectivo se constituye en las interrelaciones, entendidas como aquellos puntos de conexión entre docente y contenidos, las que pueden ser teórico-disciplinares, metodológicas, funcionales o integradoras (Buitrago et al., 2009).

Elaborar una intervención didáctica, en el marco de la BP, que tenga una estructura que potencie las funciones cognitivas, sin descuidar el vínculo a las actividades ligadas a la semiosis, lleva a plantear una línea de trabajo con una población biológica específica, más que con un popurrí de poblaciones y casuísticas. Los estudiantes de Educación Secundaria generan mejor aprendizaje cuando logran sumergirse en el conocimiento amplio y profundo a la vez de las características conceptuales que hacen a un caso biológico determinado (Jiménez Tejada, 2009), el acceso a la interpretación de la dinámica de poblaciones atendiendo a un caso específico, se estima será suficiente y enriquecedor para generar percepciones y consolidar conceptualizaciones (Jiménez, González y Hódar, 2010). La población seleccionada para generar el contexto, será más adecuada si es cercana al cotidiano interactuar del estudiante. Una especie de mamífero, o de aves, o de reptiles, o de insectos, o de plantas pueden servir para aplicar los distintos momentos y las diferentes variables para trabajar los indicadores y las dimensiones que hacen a los perfiles de los diferentes niveles cognitivos. La selección de la población biológica, además, debe estar de la mano de la información rigurosa y fehaciente que se posea sobre la misma para que el docente produzca material accesible al alumno. Es decir, este tipo de intervención invita a escribir, a producir no solamente los textos, sino también las RGC que deberán ser plataforma de trabajo para el estudiante desde las más sencillas hasta las más complejas en la medida que el proceso avance, ya que son un modo de expresión de la dinámica de poblaciones. En todo este proceso no hay otra cosa que signos y símbolos para lograr la comunicación.

Considerando los resultados obtenidos de las exploraciones realizadas durante los ciclos lectivos 2011 y 2012, y del análisis ontosemiótico realizado a los libros de textos, mencionados en los capítulos anteriores, como también a las escasas investigaciones halladas sobre el tema que compete, se decide construir y aplicar una intervención

didáctica que permita vislumbrar y fundamentar con mayor rigor el correcto y/o incorrecto desempeño que presenten los alumnos de Educación Secundaria, en su interacción con las RGC relacionadas con contenidos de BP. Por lo tanto, el diseño y descripción de una intervención didáctica es el objetivo de este capítulo, fundamentado en las dificultades cognitivas que presentan los alumnos, para ser aplicada en el contexto de aula de estudiantes de 4° año de Educación Secundaria (edades entre 16-17 años). También se pretende con esta intervención didáctica, que los alumnos adquieran los conocimientos y las capacidades necesarias para poder abordar con eficacia las actividades semióticas subyacentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los mencionados contenidos, los que se tomarán como criterio de evaluación para contrastar la eficacia de la propuesta (Pérez Vadillo, 2013).

6.2 Fundamentos, objetivos y contenidos de la intervención didáctica

En el ciclo 2013, se hicieron efectivas las modificaciones curriculares introducidas por el Ministerio de Educación durante el año anterior y entre ellas, los conceptos vinculados a la BP se extinguen de la Educación Secundaria Básica y se proponen en la Educación Secundaria Orientada. A partir de esta realidad, se desarrolló la intervención didáctica contextualizada curricularmente en la asignatura Biología de 4° año de Educación Secundaria de la Escuela José Vicente Zapata, en la ciudad de Mendoza. La primera desventaja, posiblemente, sea la que emerge al tener que seleccionar estudiantes de edades diferentes a las anteriores muestras estudiadas; la ventaja probablemente radique en que este alumnado había cursado los contenidos básicos estructurantes de Biología general y de BP en particular, según el anterior diseño curricular en la Educación Secundaria básica (1er. Año).

Otro aspecto muy importante que se debe considerar en el diseño de la intervención didáctica, fue el resultado obtenido del análisis ontosemiótico realizado a los libros de texto de Educación Secundaria y de Formación del profesorado. En este análisis, se detectó la escasa presencia de las RGC en la enseñanza secundaria de contenidos referidos a BP, a diferencia de la abundancia relativa que se visualizó en los libros de texto de nivel superior.

Como se ha mencionado anteriormente, los contenidos de BP propuestos en 1° y 2° año de la escolaridad Secundaria fueron trasladados a 4° año, y por este motivo la selección de los mismos para la intervención didáctica se basó en los contenidos curriculares propuestos por los documentos jurisdiccionales vigentes para este año de escolaridad. Estos contenidos conceptuales se organizan en tres grandes ejes (ver Tabla 50, Capítulo 3), y en el marco de la BP, se tuvo en cuenta el eje N° 1: “*Los Sistemas ecológicos*”. Los contenidos involucrados se muestran en la Tabla 139.

Tabla 139

Contenidos curriculares propuestos para 4º año de Educación Secundaria

- Los sistemas naturales desde un enfoque ecológico: Conceptos de Ecología, especie y evolución.
- Poblaciones: Modelos de crecimiento. Factores que modifican el crecimiento, la densidad, la distribución. Adaptaciones y estrategias reproductivas.
- Comunidad: Concepto. Tipos. Interacción entre poblaciones: diversidad.
- Relaciones entre especies: intraespecíficas e interespecíficas.
- Ecosistema: concepto y tipos. Nicho ecológico y hábitat.
- Tramas tróficas: ciclo de la materia y flujo de la energía. Niveles tróficos, eficacia ecológica.

Los anteriores contenidos se justifican desde los Aprendizajes acreditables (Tabla 140), que desde el Área de Ciencias Naturales, para este Ciclo de escolaridad, se definen especialmente para esta rama de la Biología.

Tabla 140

Aprendizajes acreditables para BP desde el Área Ciencias Naturales

- Reconocer las diversas formas de vida en la Tierra y su vinculación teórica con los procesos de sucesión espacio-temporales.

Luego, realizando una mirada más acotada a la Planificación anual de la asignatura Biología de 4º año, se vincularon en esta selección a las Capacidades a desarrollar y a las Expectativas de logro del año, enunciadas de acuerdo con el PEI (Proyecto Educativo Institucional) y el PCI (Proyecto Curricular Institucional) (Tablas 141 y 142), pertenecientes a la mencionada institución educativa. Ambos forman parte de los llamados Proyectos Institucionales que son incorporados a partir de la Ley Federal de Educación (art. 41 y 42) y mantenidos en la actual Ley de Educación Nacional (Nº 26.206). Los mismos se deben elaborar con la participación de toda la comunidad involucrada. El PEI elabora el perfil institucional, teniendo en cuenta el contexto, sus necesidades y expectativas, sobre esa base el PCI gradúa los contenidos por área, nivel y año, y de esta forma se dan los elementos para la elaboración de los Proyectos Áulicos.

Cabe aclarar que las Expectativas de logro se nutren con los contenidos conceptuales, los cuales están organizados en ejes. Éstas pueden involucrar saberes provenientes de un sólo eje o de más de un eje, y esto justifica que la primera Expectativa enunciada se aborda parcialmente con el eje “*Los Sistemas ecológicos*”.

Tabla 141
Capacidades según el PEI y el PCI

- Interpretación y resolución de problemas significativos a partir de saberes y habilidades del campo de la ciencia escolar para contribuir al logro de la autonomía personal.
- Formulación de hipótesis escolar acerca de determinados fenómenos naturales y su comparación con las elaboradas por sus pares, fundamentada mediante argumentos basados en los modelos y teorías científicas escolares estudiadas.
- Producción y comprensión de textos orales y escritos en diferentes formatos, relacionados con las actividades de la ciencia escolar.

Tabla 142
Expectativas de logro según el PEI y el PCI

- Interpretar las hipótesis del origen de la vida y las teorías actuales acerca de los procesos relacionados con la evolución de las poblaciones e interpretar las principales evidencias que las fundamentan.
- Establecer aproximaciones a teorías o principios que explican el origen y evolución de la vida en la Tierra, estableciendo relaciones con los procesos de cambio y continuidad genética de la misma, que permita ejercer una capacidad de decisión informada frente a los problemas que plantean la conservación del medio ambiente.
- Analizar los retos del desarrollo humano, en especial los procesos de deterioro ambiental y las alternativas para el manejo de los recursos de la biosfera.

Complementando esta selección, se consideraron también una de las Expectativas de logro del área Matemática, extraídas de la planificación anual del espacio curricular Matemática de 4° año, referidas específicamente a las RGC (Tabla 143).

Tabla 143
Expectativa de logro del área Matemática para 4° año

- Afianzar, profundizar y sistematizar los conceptos, procedimientos y formas de representaciones gráficas, interpretando y analizando sus propiedades y usos.

En consideración a esta selección de contenidos, capacidades y Expectativas de logro definidas para este año de escolaridad, se definieron los objetivos de la intervención didáctica, que se exponen a continuación:

Objetivos de la Intervención didáctica

1- Identificar los componentes estructurales y funcionales de un ecosistema. Para resolver esta interpretación, el estudiante debe ser solvente en el reconocimiento de componentes estructurales de un ecosistema mediante un diagrama de flujo sencillo. La comprensión de sus componentes y la correspondiente asociación, favorece la representación mental de las interacciones. Luego se contextualiza este diagrama a partir de la lectura de información sobre la población objeto de estudio, atendiendo diferentes dimensiones espacio-temporales, lo que permite el pasaje de un modelo abstracto a un modelo cercano al alumno (mesocosmos).

2- Identificar, interpretar y analizar la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP. Como se ha mencionado en el Capítulo 2, Postigo et al. (2000) distinguen tres niveles de procesamiento de la información que otorga una gráfica. Estos niveles se van profundizando a través de las distintas actividades que involucran, como: lectura de datos, identificación de variables, explicitación de escalas, determinación de unidades, presentación de título, inclusión de ecuaciones, ilustraciones, símbolos, etc. Luego, García García (2005) sistematiza estas actividades distinguiendo entre una interpretación local y una global, resaltando sus características. Los estudiantes identifican en las RGC signos que representan la realidad favoreciendo la referencia a conceptos, en este caso de BP, e interpretan esos signos y otros símbolos que les permiten acceder a los contenidos más abstractos. Este objetivo está vinculado a todas las actividades propuestas en la intervención didáctica sobre RGC.

3- Analizar la estructura y dinámica de las poblaciones. Los estudiantes parten de la interpretación de una RGC referida a un crecimiento poblacional ideal, para reconocer las diferentes tasas de crecimiento que pueden señalarse en una curva sigmoidea. La lectura y análisis de investigaciones que permitan reconocer el crecimiento en diferentes hábitats, pone de manifiesto las diversas restricciones de un ambiente hacia el desarrollo de una población (territorio, alimento, calidad de nutrientes, salud reproductiva). Resolver una actividad exploratoria analógica a las actividades de censo poblacional aplicado en campo, favorece en el estudiante la comprensión de los estudios sobre estructuras poblacionales. El análisis del comportamiento social en torno a la reproducción, permite valorar interacciones intraespecíficas que impactan en las tasas de natalidad de la población objeto de estudio. Finalmente, el análisis de la interacción de diferentes especies pone en territorio el funcionamiento comunitario, para conducir a la interpretación de los procesos de exclusión por competencia de una especie.

4- Realizar conversiones de RGC referidas a las variaciones poblacionales. Los estudiantes realizan conversiones cuando transforman la representación dada en otra representación expresada en un registro diferente. En las actividades propuestas una de las conversiones se refiere a transformar los datos dados en una tabla de valores a su RGC correspondiente, también se les presenta actividades en que deben seleccionar la correcta RGC por ejemplo referida al éxito reproductor, o la que representa la correcta conversión de entre cuatro propuestas como posibles soluciones. La traducción, ilustración, transposición o codificación son actividades que la ejemplifican. En muchas

ocasiones se realizan actividades previas a la conversión como la selección, comparación o reorganización de los contenidos; lo cual permite diferenciar el sentido de los signos y la diferencia entre el contenido de una representación y aquello que representa.

5- Interpretar variables que determinan el crecimiento y regulación de una población.

La dinámica de una población depende esencialmente del resultado de una serie de interacciones que se manifiestan a través de la capacidad reproductiva y de tolerancia o adaptación al ambiente. En el hábitat ocurren eventos como los de nidificación, cuidado de las crías y consecución de los nutrientes necesarios que impactarán en el estado de salud de esa población objeto de estudio. La observancia del estrés fisiológico o de intolerancia hace que los organismos sean pocos frecuentes o estén ausentes en un determinado territorio. El análisis específico propuesto para esta población está basado en el proceso de muda del plumaje, coloración y salubridad del mismo (vinculado al éxito reproductor), tanto como a la puesta de huevos, atendiendo a la composición química de la cáscara y al número de huevos en diferentes modalidades de nidadas. Para analizar el éxito de las nidadas, además, se propuso un estudio basado en el comportamiento social de la población de estas aves.

6- Resolver problemas que involucren RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.

El planteamiento de un problema posibilita al estudiante la búsqueda de procedimientos en función de sus conocimientos previos y la idea de construcción de estrategias para su resolución. En la búsqueda de la solución, se pueden realizar transformaciones en el mismo registro de representación (*tratamiento*), o bien hacia otro registro (*conversión*). La mayoría de las actividades propuestas que refieren a RGC en la intervención didáctica, enfrentan al alumno a resolver problemas sobre crecimiento y tamaño de las poblaciones, interacciones con el ambiente y comportamiento social y comunidades biológicas.

7- Analizar los tipos de interacciones.

Los seres vivos de una población se relacionan entre sí generalmente por competencia intraespecífica (justificada por los nutrientes, el espacio, la luz, entre otras). Mientras que las diferentes poblaciones que constituyen una comunidad, sostienen relaciones interespecíficas que pueden ser definidas como competencia, depredación, comensalismo, mutualismo y parasitismo.

8- Construir RGC vinculadas a la dinámica poblacional.

La construcción de una RGC supone la conjunción de varias actividades. En este caso, el estudiante debe manifestar la adquisición de las capacidades subyacentes que lo permitan, entre otras el reconocimiento de variables, unidades, escalas; como también el tipo y ubicación de variables en los ejes correspondientes, designación de los ejes; conversión de representaciones (generalmente de datos dados en una tabla de valores o en el lenguaje coloquial), y luego la emisión de la respuesta graficando la representación solicitada, según el contenido al que hace referencia.

9- Identificar los cambios poblacionales a través del tiempo.

La presión ambiental genera la manifestación de adaptaciones por parte de los seres vivos. Ciertas características estructurales y funcionales favorecen la sobrevivencia de individuos mejor adaptados a determinadas condiciones ambientales, permitiendo la reproducción y con ello la trasmisión de caracteres hereditarios. En este caso, se planteó el análisis de

subpoblaciones de gorriones comunes (*Passer domesticus*) pertenecientes al ámbito rural o urbano, atendiendo a rasgos estructurales (volumen del pico, apuntamiento alar, longitud de la cola y superficie del babero gular), relacionados a la adquisición de recursos, locomoción, alimentación e interacciones sexuales/sociales.

A fin de visualizar las relaciones y los contenidos conceptuales que se abordan en la intervención didáctica, se presenta el diagrama de flujo mostrado en la Figura 86.

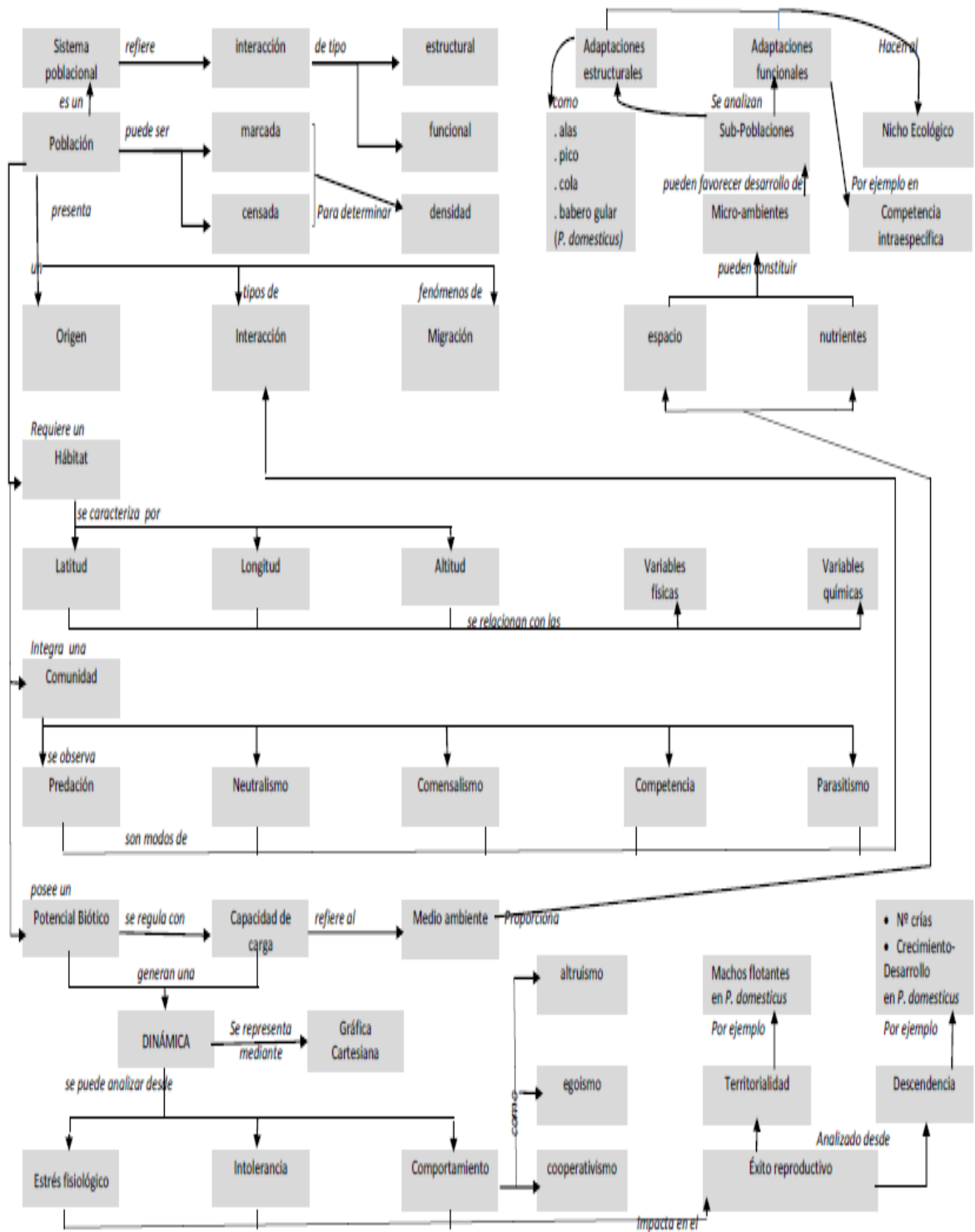


Figura 86. Diagrama de flujo correspondiente a los contenidos conceptuales abordados en la intervención Didáctica implementada

6.3 Estructura de la Intervención didáctica

La intervención didáctica estuvo constituida por diversos instrumentos didácticos que se diseñaron, validaron y luego fueron aplicados a los estudiantes de 4° año de Educación Secundaria. La misma estuvo conformada por:

- *un instrumento de evaluación o cuestionario Pretest-Postest,*
- *una Secuencia didáctica,*
- *un Instrumento de evaluación parcial,*
- *una Actividad de evaluación integral y*
- *una Evaluación trimestral.*

A continuación se describen cada uno de los instrumentos mencionados.

6.4 Instrumento de evaluación Pretest-Postest

El instrumento de evaluación Pretest-Postest se encuentra en el Anexo 6. Es muy similar al descrito en el Capítulo 5, apartado 5.2, denominado primera parte del instrumento de exploración, pues la única diferencia es que únicamente presenta una RGC, la de líneas comparativas, y no dos como en aquél. Consta por tanto de 17 cuestiones con tres ítems cada una, lo que conforma un total de 51 ítems.

Se aplicó el Pretest el día 19 de abril de 2013, con el consentimiento de la Directora del establecimiento educativo Lic. María Ramos Castilla, a 20 alumnos de la división 4°3° y a 26 alumnos de la división 4°5°. Estos estudiantes cursaban la asignatura Biología II a cargo de las profesoras titulares Dra. Liliana Mayoral y de la Prof. Sonia Ligoní, respectivamente.

A fin de contrastar la eficacia de la Secuencia didáctica aplicada, el día 7 de junio de 2013 se aplicó el instrumento en instancia Postest a los 21 alumnos presentes de la división 4°3° y a los 20 alumnos presentes de 4°5°, del mencionado establecimiento educativo.

Se obtuvo un instrumento de evaluación fiable, ya que en el procesamiento de los datos el Alfa de Cronbach en los elementos tipificados obtenido, fue igual a 0.761, para la muestra de 46 alumnos, correspondiente a las dos divisiones en formato Pretest y de 0,787 en formato Postest (Tabla 144).

Tabla 144
Estadísticas de confiabilidad del cuestionario en instancias Pretest y Postest

	Resumen de procesamiento de casos				Estadísticas de confiabilidad	
			N	%	Alfa de Cronbach	N de Ítems
<i>Pretest</i>	Casos	Válidos	46	100,0	,761	51
		Excluidos	0	,0		
		Total	46	100,0		
<i>Postest</i>	Casos	Válidos	41	100,0	,787	51
		Excluidos	0	0		
		Total	41	100,0		

6.5 Secuencia didáctica

6.5.1 Diseño de la Secuencia didáctica

Teniendo en cuenta la importancia o rol que podría tener el resolver la enseñanza de diferentes saberes de BP vinculados a las RGC, condujo en este caso, a diseñar y construir una Secuencia didáctica (ver Anexo 7) que contuviera los niveles cognitivos de acceso, percepción y comunicación-expresión, sin descuidar el vínculo a la semiosis. En la producción del material se seleccionó una población de gorriones (*Passer domesticus*), recopilando los datos necesarios en cuanto a las características biológicas, etológicas, adaptativas y ecológicas; a fin de estudiarlas y secuenciarlas en la propuesta de intervención de tal modo de potenciar la continuidad del aprendizaje. La unidad de análisis fue definida en esta población, significativa para el alumno, para generar el contexto que condujera a la interpretación y análisis de nociones como “caracterización de las interacciones (inter-específicas)”, “representación del principio de relación especie-ambiente”, hasta el “principio de evolución”. La población del gorrión común (*Passer domesticus*), es muy rica en observaciones, estudios y registros actuales e históricos vinculados incluso al desarrollo humano.

La Secuencia didáctica finalmente estuvo conformada por 15 textos referidos a las diferentes características del ave mencionada y acompañados de 5 actividades de aplicación, y 2 evaluaciones, diseñadas con un total de 33 RGC y 79 ítems a resolver. Se estructuró en tres partes. La primera parte estuvo referida a una introducción a la Ecología y a las características ecológicas y etológicas, como así también a los diferentes tipos de interacciones de la especie objeto de estudio y una introducción al

modelo de crecimiento poblacional. En esta parte se desarrollaron las actividades de aplicación N° 1 y 2. En la actividad N° 1 se presentó una RGC de líneas sobre la evolución de la población de gorriones comunes, luego en la actividad N° 2 se solicitó construir una RGC de líneas que relacionara la cantidad de huevos censados en diferentes nidadas. Se diseñó y aplicó un instrumento de evaluación para una valoración parcial, sobre los conceptos tratados, favoreciendo el análisis a partir del concepto de hábitat.

Las adaptaciones y estrategias reproductivas, factores que modifican el crecimiento, la densidad y la distribución, comunidad y diversidad de interacciones, fueron los contenidos referidos en la segunda parte, desarrollando las actividades de aplicación N° 3 y 4. Aquí las RGC que se utilizaron fueron de líneas sobre el tamaño poblacional, el nivel de factor ambiental y sobre la competencia intraespecífica. También se propuso una RGC de barras comparativas que relacionó el grosor de la cáscara del huevo de estas aves, y una de bastones sobre el crecimiento de los polluelos. Para el éxito reproductor se seleccionaron RGC de barras, de puntos y de líneas. En la actividad N° 4 se utilizaron RGC de líneas y puntos sobre la población de hembras de gorriones, y una RGC de puntos para el parasitismo reproductor intraespecífico.

La última parte esencialmente evaluativa, estuvo conformada por la actividad N° 5, que consistió en una interacción del estudiante con reconocimiento, aplicación y análisis de conceptos y representaciones como cierre integrador, y una evaluación trimestral (obligatoria según sistema educativo), sobre el crecimiento poblacional, capacidad reproductiva y resistencia ambiental (subyacen los principios interacciones, continuidad y cambio). La Tabla 145 muestra esta estructura, contenidos, y además la cantidad de RGC y de ítems incluidos en cada sección.

Tabla 145

Actividades de aplicación, contenidos, cantidad de RGC y de ítems de la Secuencia didáctica aplicada y de las Evaluaciones

	Actividades de aplicación	Contenidos	Contexto didáctico	Cantidad de RGC	Cantidad de ítems
Primera parte	Introducción	Ecología.	Modelo de Odum	0	0
	N° 1	Conceptos de Ecología. Niveles tróficos. Concepto de especie. Relaciones entre especies: ínterespecíficas. Hábitat.	Características ecológicas y etológicas del gorrión común (<i>Passer domesticus</i>).	0	13
	N° 2	Concepto de especie. Relaciones entre especies: ínterespecíficas. Hábitat.	Las interacciones del <i>Passer domesticus</i> con otras poblaciones.	4	18
	Evaluación	Conceptos de Ecología, especie. Poblaciones: modelo de crecimiento. Factores que		5	8

	parcial	modifican el crecimiento y la densidad.			
Segunda parte	Nº 3	Poblaciones: modelos de crecimiento. Factores que modifican el crecimiento, la densidad y la distribución.	Simulación de un censo poblacional. Hábitat. Requerimientos, adaptaciones y comportamiento de la especie <i>Passer domesticus</i> .	12	8
	Nº 4	Comunidad: concepto. Interacción entre poblaciones: diversidad.	Interacciones del <i>passer domesticus</i> con otras poblaciones. Introducción a la noción de nicho ecológico.	4	14
Tercera parte	Nº 5 (Evaluación integradora)	Conceptos de Ecología, especie y evolución. Adaptaciones y estrategias reproductivas. Nicho ecológico y hábitat. Poblaciones: factores que modifican el crecimiento.	Características estructurales y de comportamiento de subpoblaciones de gorriones (ámbito rural y urbano).	1	6
	Evaluación trimestral	Poblaciones. Relaciones entre especies. Nicho ecológico y hábitat.		7	12

A fin de visualizar la relación entre los objetivos definidos en el apartado anterior, y las actividades propuestas en la intervención didáctica, se construyó la Tabla 146.

Tabla 146

Relación entre los objetivos y las actividades propuestas en la Secuencia didáctica y en las Evaluaciones

Objetivos	Actividades
1- Identificar los componentes estructurales y funcionales de un ecosistema.	Introducción Actividad Nº1 Actividad Nº2 Evaluación parcial
2- Identificar, interpretar y analizar la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.	Actividad Nº2 Evaluación parcial Actividad Nº3 Actividad Nº4 Actividad Nº5 Evaluación trimestral
3- Analizar y comparar la estructura y dinámica de las poblaciones.	Actividad Nº2 Evaluación trimestral
4- Realizar conversiones de RGC referidas a las variaciones poblacionales.	Actividad Nº2 Actividad Nº3

	Actividad N°4
5- Interpretar variables que determinan el crecimiento y regulación de una población.	Actividad N°3 Actividad N°4 Evaluación trimestral
6- Resolver problemas que involucren RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.	Actividad N°2 Evaluación parcial Actividad N°3 Actividad N°4 Actividad N°5 Evaluación trimestral
7- Analizar los tipos de interacciones.	Actividad N°3 Actividad N°4 Evaluación trimestral
8- Construir RGC referidas a conceptos de dinámica poblacional.	Actividad N°2 Actividad N°5
9- Identificar los cambios poblacionales a través del tiempo.	Actividad N°5 Evaluación trimestral

La estructura de la secuencia didáctica, sintetizada en la Tabla 147, permite visualizar las actividades seleccionadas, la relación con los objetivos definidos, y los materiales y/o recursos necesarios para su implementación.

Tabla 147
Estructura de la Secuencia didáctica y de las Evaluaciones

Actividades	Título de la Actividad	Objetivos de la Actividad	Materiales. Recursos recomendados
N° 1	Introducción a la ecología. El gorrión común (<i>Passer domesticus</i>), curiosidades de una especie frecuente	1, 2	Pizarra, multimedia, material escrito sobre el modelo de Odum, mapa geográfico del mundo, Textos N° 1, 2, 3 y 4.
N° 2	Introducción a la ecología. El gorrión común (<i>Passer domesticus</i>). Crecimiento de las poblaciones en condiciones ideales y las restricciones del ambiente. El hábitat	1, 2, 3, 4, 6, 8	Pizarra, multimedia, mapa geográfico, video sobre la alimentación de los gorrones, sus predadores e interacciones, Textos N° 5, 6, 7 y 8.
Evaluación parcial	Ecología y Biología de poblaciones	1, 2, 6	Material escrito con 8 ítems de opción múltiple.
N° 3	El gorrión común (<i>Passer domesticus</i>). ¿Cómo medir el tamaño poblacional? Plumitas, salud y reproducción. Historia vital I y II. Comunidades biológicas	2, 4, 5, 6, 7	Una bolsa de 1 kg de porotos blancos, una caja de zapatos o similar, un marcador, una bandeja. Una guía de procedimientos. Textos N° 9, 10, 11 y 12

Nº 4	El gorrión común (<i>Passer domesticus</i>). Interacciones con el ambiente. Comportamiento social: altruismo, egoísmo, cooperativismo. La vida en comunidad	2, 4, 5, 6, 7	Pizarra, video sobre la nidificación y alimentación de las crías de gorriones. Video sobre la interacción de palomas (<i>Columba livia</i>), cotorra argentina (<i>Myiostitta monachus</i>) y gorriones comunes (<i>Passer domesticus</i>). Textos Nº13 y 14
Nº 5	Un cierre integrador-Evaluación	2, 6, 8, 9	Texto Nº15. Material impreso con 6 ítems a resolver
Evaluación	Trimestral	2, 3, 5, 6, 7, 9	Material impreso con 12 ítems a resolver.

Para realizar la valoración de la aplicación de esta Secuencia didáctica, se tuvieron en cuenta para cada uno de los ítems propuestos, el indicador correspondiente a la actividad semiótica relacionada, lo que se aclara en la Tabla 148.

Tabla 148

Actividades semióticas, indicadores e ítems correspondientes a la Secuencia didáctica

Actividades ligadas a la semiosis	Indicadores	Ítem
Formación	Número de variables (NV)	1.28a
	Tipo de variables (TV)	1.22a
	Valores de las variables (VV)	1.19a, 1.26c
	Clasificación de las variables (CIV)	1.26a
	Ubicación de las variables (UV)	1.19a, 1.19d
	Asignación de título (AT)	1.18a
	Extrapolación de variables (EV)	1.19b
	Comparación de variables (CV)	1.22b, 1.26b
	Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	1.17a, 1.17b, 1.17c, 1.19c, 1.121, 1.23
	Clasificación de la relación entre las variables (CRV)	1.21
Tratamiento	Reconocimiento de las unidades (RU)	1.24a, 1.25, 1.26d
	Reconocimiento de escalas (RE)	1.17d, 1.18b, 1.19d, 1.24a, 1.25, 1.26b
	Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)	1.17d, 1.18b, 1.21, 1.22b, 1.25, 1.26e
	Comprensión del problema (CP)	1.18b, 1.19e, 1.22c, 1.27a, 1.27b, 1.27c
	Resolución (RP)	1.27a, 1.27b, 1.27c
	Emisión de la respuesta (ER)	1.18b, 1.19d, 1.27a, 1.27b, 1.27c
Conversión	Determinación de la relación algebraica (RA)	
	Establecimiento de la forma en que covarían las variables (CoV)	1.21
	Transferencia de conceptos (TC)	1.26f
	Conversión de representaciones (CR)	1.18b, 1.19d, 1.23, 1.24a, 1.25, 1.26f, 1.27a, 1.27b, 1.27c

6.5.2 Descripción de la implementación de la Secuencia didáctica

La Secuencia didáctica (ver Anexo 7) se aplicó durante ocho encuentros a los alumnos presentes de la división 4^º que cursaban la asignatura Biología II a cargo de la profesora titular Dra. Liliana Mayoral. Cabe aclarar que ésta se corresponde con la que finalmente se aplicó y no con la que inicialmente fue diseñada, pues en esta se había contemplado el uso constante de tecnologías básicas de aula (proyector multimedia y ordenador) y en ciertas ocasiones ordenadores personales individuales. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos del docente de aula, de la tesista y del personal auxiliar, no siempre fue posible hacer uso de los primeros y casi nunca de los segundos por diversas razones (bloqueo del sistema, olvido, pérdida o avería del ordenador). Esto imposibilitó aplicar programas como los del tipo PHET (de la Universidad de Colorado), mediante los cuales se pretendía que los estudiantes modificaran variables, por ejemplo referidas al alimento o condiciones ambientales de una especie hipotética. En la Tabla 149 se especifican los mencionados encuentros, fechas y la cantidad de alumnos que asistieron.

Tabla 149

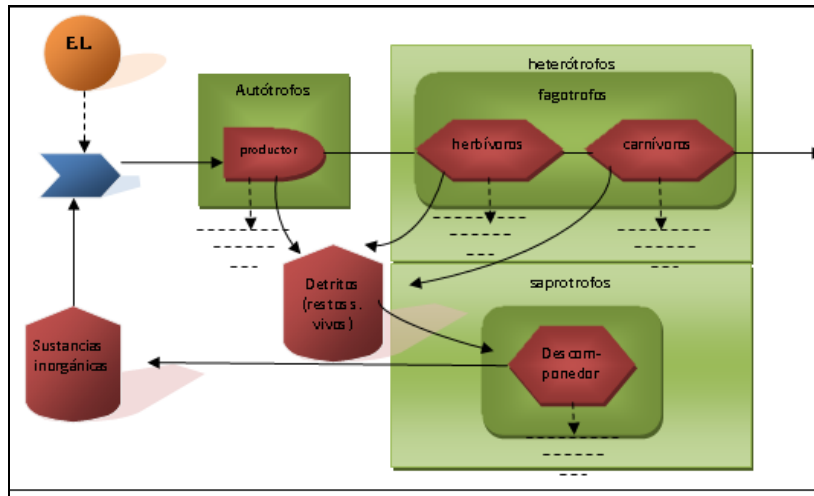
Encuentros, fechas y cantidad de alumnos que asistieron a la Secuencia didáctica y a las Evaluaciones

Encuentros	Fecha	Cantidad de alumnos presentes
1º	9 de mayo de 2013	23
2º	10 de mayo de 2013	20
3º	16 de mayo de 2013	19
4º	17 de mayo de 2013	17
5º	23 de mayo de 2013	18
6º	24 de mayo de 2013	18
7º	30 de mayo de 2013	24
8º	6 de junio de 2013	25

➤ *Primer encuentro*

En este primer encuentro se entregó a los alumnos las copias con el material impreso de la primera parte de la Secuencia didáctica y luego se comenzó haciendo referencia al tema “introducción a la Ecología”, potenciando una “lluvia de ideas” en torno a conceptos de BP como: individuo, población, comunidad y ecosistema; tratados anteriormente en 1º año del Ciclo Básico. Se presentó un modelo muy difundido en Ecología, el modelo propuesto por Odum (Fig. 87), que consiste en un diagrama de flujo, cuyos nodos representan los diferentes componentes estructurales, enfatizando

especialmente el flujo de energía y los procesos de autorregulación. Se recordaron también los conceptos vistos anteriormente como: niveles tróficos, transformación y circulación de la materia y la energía, que integran el modelo propuesto.



En la siguiente tabla se presentan los signos con sus respectivos significados:

	Flujo unidireccional de energía	
	Circulación y exportación de energía	
	Almacenamiento	Disipación de energía
	Componente biológico de entrada de energía	
	Componente consumidor	
	Módulo que representa la interacción del flujo de energía.	

Figura 87. Modelo de Odum

A continuación se les presentó las 4 primeras preguntas de la actividad N° 1 (Tabla 150).


Tabla 150
Ítems propuestos en la Actividad de aplicación N° 1

- a. Atendiendo al gráfico anterior, los productores son autótrofos, ¿Cuál es el proceso que realizan transformando la energía lumínica en energía potencial contenida en sustancia orgánica?
- b. ¿Qué sustancia orgánica es sintetizada por los productores?
- c. ¿Qué proceso biológico es resuelto por todos los seres vivos que justifica la “disipación de energía” representada en cada uno de los componentes?
- d. ¿Cuál es la importancia de los descomponedores?

Esta primera actividad responde al objetivo n° 1: *Identificar los componentes estructurales y funcionales de un ecosistema.*

La lectura e interpretación del modelo de Odum pudo ser resuelta por los alumnos sin ninguna dificultad, escribiendo las respuestas en sus cuadernos de clase. La secuencia didáctica continuó con la lectura del Texto 1 (Tabla 151), introductorio sobre la especie frecuente del gorrión común (*Passer domesticus*), especificando la distribución original de la población de estas aves en Oriente Medio.

Tabla 151
Texto 1 de la Actividad de aplicación N° 1

 **Texto 1:** La distribución original del gorrión común se sitúa en regiones de Oriente Medio, donde quedaron confinadas las poblaciones de los ancestros de la especie durante la última glaciación (hace 25000-15000 años). En esta zona, particularmente en las fértiles llanuras aluviales del Tigres y el Éufrates, aparecieron hace unos 10000 años algunas de las primeras culturas agrarias de la humanidad. Poblaciones de aquellos primitivos gorriones seguramente obtuvieron recursos alimentarios adicionales de la producción y manejo de las cosechas, y aprovecharon estructuras de origen humano para la nidificación estableciendo una relación sedentaria y comensalista con el ser humano.

El ítem 1.1 (Figura 88) propone que el alumno señale en un mapa mundial, la región geográfica enunciada en el texto anterior como originaria del gorrión común (*Passer domesticus*). En este caso, el docente tuvo que intervenir, para favorecer el recuerdo o indicar directamente la ubicación de las regiones geográficas, porque la mayoría de los alumnos presentaron dudas cuando debían señalar la ubicación originaria del ave, en el mapa dado.

- 1.1. Señala en el mapa ubicado a continuación la región geográfica enunciada en el texto como originaria del gorrión común (*Passer domesticus*).

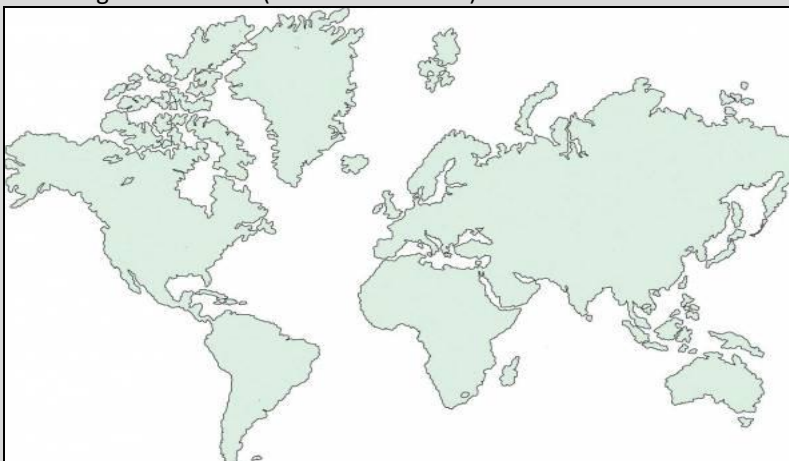


Figura 88. Ítem 1.1 de la Actividad de aplicación N° 1

Los ítems siguientes 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5 (Figura 89), distinguen la alimentación del gorrión, la interacción con el hombre, la relación con otras especies (relación interespecífica), noción de comunidad. Hacen referencia a la actividad cognitiva de comunicación-expresión en especial al indicador transformación ya que portan señales que demandan la elaboración de explicaciones que no sólo favorecen la función ilustrativa del mapa geográfico, sino que complementa y enriquece la información portada por el mismo. No se observaron dificultades en estas resoluciones.

- 1.2 En el texto se habla que, desde el inicio de la agricultura los gorriones han convivido con el ser humano. En este caso, ¿Cuál de las dos especies es beneficiada? _____
- 1.3 El texto enuncia que hay una relación de “comensalismo”. Atendiendo al texto y a tu respuesta del punto 1.1, indica que entiendes por este tipo de relación nombrada. Para ello: a) Completa las etiquetas (selecciona de entre los vocablos: beneficio, perjuicio, indiferencia); b) Completa el recuadro final.

La interacción le provoca beneficio

La interacción le provoca _____

El comensalismo es una interacción, donde una de las especies se _____ mientras que la otra es _____

- 1.4 En este caso, qué vocablo elegirías para la representación de esta relación de entre los propuestos: intraespecífica- interespecífica.
- 1.5 En este caso, ¿Se refiere al contexto de una población o de una comunidad? Justifica. _____

Figura 89. Ítems 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5 de la Actividad de aplicación N° 1

En el Texto 2 (Tabla 152) se hace referencia a la expansión natural del gorrión desde su región de origen favorecida por la relación con el hombre. Aquí nuevamente los alumnos presentaron grandes dificultades en la ubicación geográfica propuesta en el ítem 1.6 (Tabla 153). Para responder a los ítems 1.7 y 1.8 se les invitó a pensar, crear y expresar el concepto de “hábitat”, y se lo contextualizó para el caso de esta ave, luego la mayoría de los alumnos resolvieron la actividad de manera correcta.

Tabla 152

Texto 2 de la Actividad de aplicación N° 1


 **Texto 2:** La expansión natural desde su región de origen debió verse favorecida por su relación con el hombre, lo cual explica la amplísima distribución mundial de la especie. De forma natural, la de distribución del gorrión se extiende por gran parte del Paleártico, amplias zonas de la Región Oriental y parte de la Etiópica. El Paleártico se desarrolló en Europa, norte de África, Turquía, Oriente Medio, península arábiga, Irak, Irán, Afganistán y Liberia. En la región Oriental habitó en India (Cramp y Perris, 1994; Hudde, 1997, citados en Murgui, E. (2011).). El gorrión común es el ave con la más extensa distribución geográfica. Paralelamente, el rango altitudinal de la especie es muy amplio y alcanza desde el nivel del mar hasta los 4500m (Summers-Smith, 1994; Summers-Smith, 2009; citados en Murgui, E. (2011).

Tabla 153


Ítems 1.6, 1.7 y 1.8 de la Actividad de aplicación N° 1

- 1.6 Sombrea en el mapa, con un color de tu elección, la distribución del gorrión en el Paleártico.
- 1.7 Atendiendo a lo desarrollado hasta aquí, ¿podrías indicar que componentes son parte del hábitat? _____
- _____
- 1.8 ¿Qué explicación/descripción darías para el hábitat? _____

Continuó la sesión con el Texto 3, en el cual se informa de la aparición de estas aves en Argentina alrededor de 1870 (Tabla 154). Se propone el ítem 1.9 (Tabla 155), que nuevamente causa inconvenientes para el reconocimiento y señalización de regiones geográficas.

Tabla 154

Texto 3 de la Actividad de aplicación N° 1

 **Texto 3:** El gorrión común no tiene el canto melodioso de un jilguero ni es vistoso como un cardenal. Es apenas un pajarito de color más bien desvaído, glotón y bochinchero, y tan confanzudo como para meterse en las habitaciones de las casas en busca de algún resto de comida. Su aparición en Argentina, alrededor de 1870, suele asociarse a distintas versiones: unas dicen que algunos llegaron escondidos en barcos desde Inglaterra y otros desde Alemania con el fin de combatir plagas de gusanos.¹

¹ Tomado y adaptado de http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/LA_PAMPA/362/EI%20Gorri%C3%B3n.htm

Tabla 155
Ítem 1.9 de la Actividad de aplicación N° 1


1.9 Selecciona un color diferente al anterior, y con él marca en el mapa la supuesta ruta indicada por el texto que han transitado algunos gorriones a fines del siglo XIX.

La Actividad de aplicación N° 2 estuvo vinculada a los siguientes objetivos:

- 1-Identificar los componentes estructurales y funcionales de un ecosistema.
- 2-Identificar, interpretar y analizar la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.
- 3-Analizar y comparar la estructura y dinámica de las poblaciones.
- 4-Realizar conversiones de RGC referidas a las variaciones poblacionales.
- 6-Resolver problemas que involucren RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.
- 8-Construir RGC referidas a conceptos de dinámica poblacional.

En ella, se presentaba el Texto 4 (Tabla 156) seguido de los ítems 1.10, 1.11 y 1.12 (Tabla 157).

Tabla 156
Texto 4 de la Actividad de aplicación N° 2

 **Texto 4:** El gorrión común, en general es omnívoro y oportunista. Su dieta sobre todo sostenida en la herbivoría, suele ser complementada por el consumo de invertebrados (Cramp y Perrins, 1994; Hudde, 1997, citados en Murgui, 2011). Las aves que habitan en núcleos urbanos pequeños utilizan regularmente el medio circundante para alimentarse y, por tanto, su dieta varía en función de las características de aquel. En las ciudades grandes, esta conducta no se verifica en las aves que habitan en el centro de la ciudad, pero sí llega a producirse en las de la periferia (Bernis, 1989, citado en Murgui, 2011). Así es posible observar que en los parques urbanos, este pajarito utiliza profusamente el césped para alimentarse, pero también frutos de algunos árboles y arbustos como los de Robinia pseudoacacia y Ligustrum japónica; también inflorescencias de Populus spp. y Ulmus spp., semillas de Chenopodium, Plantago y Bromus spp. En las épocas del año donde las fuentes vegetales escasean, la dieta puede estar vinculada al consumo de invertebrados como individuos Formícidos (hormigas) y Homópteros (cochinillas, pulgones, etc.). Las interacciones del gorrión en un ambiente, lo puede llevar a ser presa de diversas especies. En el estadio de huevo o pollo en el nido los depredadores pueden ser: la rata negra (Rattus rattus), la culebra bastarda (Malpolón monspensulanus), la comadreja (Mustela nivalis), o el ratón casero (Mus musculus). En el estadio adulto puede contribuir a la dieta de: rapaces como el gavilán (Accipiter nisus); el búho (Asio otus) o el halcón peregrino (Falco peregrino) entre otros. Los depredadores están vinculados a los espacios geográficos estudiados. Es allí donde se resolvieron algunas observaciones que indican que el gorrión común comparte fuentes alimentarias con el gorrión molinero (Passer montanus) y con el carbonero común (Parus major).²

² Tomado de: Murgui, E. (2011). Gorrión Común – *Passer domesticus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Aquí se observó otro conflicto semiótico en los alumnos: tuvieron una gran dificultad, en primera instancia, al leer en latín los nombres científicos de las plantas que son fuente alimentaria de los gorriones. Se detuvo la lectura y el docente retomó la idea de nomenclatura binomial (por curriculum objeto de estudio en 1º Año), trabajó en un apartado de la pizarra asociando algunas denominaciones científicas con las vulgares, e invitó a leer nuevamente en el texto las denominaciones científicas, para familiarizar y favorecer la comprensión total del escrito propuesto.

Tabla 157
Ítems 1.10, 1.11 y 1.12 de la Actividad de aplicación N° 2

1.10 Resuelve un modelo Ecológico como el propuesto por Odum, identificando en cada uno de los signos, individuos que forman parte de la cadena alimentaria que incluye al gorrión.

1.11 Señala la afirmación más adecuada que caracteriza la idea de interacción entre el gorrión y los individuos del género *Chenopodium*, indicándolo con una X.

Relación de competencia	Relación de parasitismo	Relación de mutualismo	Relación de predación
1	2	3	4

1.12 ¿Cómo justificarías la relación por ti seleccionada? Escribe tu idea _____


Estas últimas actividades del primer encuentro no presentaron dificultades en su resolución. El modelo de Odum vinculado al gorrión fue resuelto con éxito por la mayoría de los alumnos, que intervinieron en forma activa al culminar la clase.

➤ **Segundo encuentro**

Este encuentro inicia con una presentación de multimedia en powerpoint, para hacer un resumen de lo visto en la clase anterior, sosteniendo las imágenes de la guía trabajada y enriqueciéndola con otras, para los distintos tipos de interacciones. También se expuso el mapa geográfico para repasar y reforzar los conceptos de las zonas geográficas donde habita actualmente el gorrión. Se presentó un video donde se observaron gorriones alimentándose, nidificando, sus predadores y sus diversas interacciones. Los ítems 1.13, 1.14, 1.15 y 1.16 debieron ser aclarados por el docente, realizando una nueva lectura en forma oral del Texto 5 (Tablas 158 y 159).

Tabla 158

Texto 5 de la Actividad de aplicación N° 2

 **Texto 5:** Las relaciones entre los individuos pueden ser representadas por los signos (+); (-) y (0). Esta última se utiliza cuando la interacción es indiferente a uno de ellos o a ambos.

En este caso la lectura de la consigna los confunde, y se observó en los alumnos una gran dificultad en esta actividad que está vinculada a la de *formación* de una representación en un registro semiótico particular.

Tabla 159

Ítems 1.13, 1.14, 1.15 y 1.16 de la Actividad de aplicación N° 2

1.13 Atendiendo a lo señalado en el texto 5, y a lo expresado en el texto 4, completa el siguiente cuadro colocando los signos enunciados en el casillero vacío, según se expresan los dúos interactuantes:

Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	(<i>Robinia pseudoacacia</i>) frutos	Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	Ratón casero (<i>Mus musculus</i>)	Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	(<i>Populus spp</i>) Inflorescencias	Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	Carbonero común (<i>Parus major</i>)
1		2		3		4	

1.14 Si el signo colocado a ambas especies fuera el (+), ¿con cuál de estos vocablos asociarías el tipo de relación? Subraya tu elección.

mutualismo	competencia	comensalismo	parasitismo
1	2	3	4

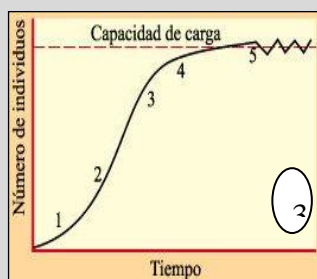
1.15 Si el signo colocado a ambas especies fuera el (-), ¿con cuál de estos vocablos asociarías el tipo de relación? Subraya tu elección.

mutualismo	competencia	comensalismo	parasitismo
1	2	3	4

1.16 ¿Qué ejemplo extraerías del texto que ilustrara una relación donde ambos intervinientes portaran el signo (-)?

El ítem 1.17 (Figura 90) es el primero de la secuencia que se vincula directamente al uso de RGC. Consiste en una gráfica de líneas con tramos marcados y enumerados, que muestra la evolución hipotética de una población del gorrión.

1.17 La evolución de la población del gorrión, como la de otros seres vivos, podría ser representada gráficamente del siguiente modo, según lo expresa la figura 3:



Al observar y analizar esa figura:

- ¿Cómo describirías la curva señalada con el número 2?
- ¿Qué crees que indica el número 3? ¿Y el número 4?
- ¿Qué dirías acerca de la curva en el número 5?
- La expresión “capacidad de carga”, ¿a quién o qué lo vinculas?

Figura 90. Ítem 1.17 de la Actividad de aplicación N° 2

Esta actividad está relacionada al reconocimiento del comportamiento de las variables. Aquí los alumnos presentaron dificultades al no poder realizar la transformación en el mismo registro y no poder vincular las preguntas propuestas con la lectura de la gráfica. Para ayudarlos, el docente tuvo que recordarles nociones vinculadas a natalidad, mortalidad, migración. Así se invita a expresar conceptos de “tasa de natalidad” y “mortalidad”, abordando también el de “capacidad de carga” (conceptos básicos correspondientes al primer año de Educación Secundaria).

Antes de la lectura del Texto 6 (Tabla 160) se mostró una gráfica de líneas en powerpoint a fin de abordar los conceptos de “resistencia ambiental”, “potencial biótico”, “curva de crecimiento” y “tamaño de la población”.

Tabla 160

Texto 6 de la Actividad de aplicación N° 2



Texto 6: Crecimiento de las poblaciones en condiciones ideales

A diferencia del individuo, que tiene un tiempo limitado de vida, las poblaciones perduran en el tiempo. Además, no se mantienen estáticas, sino que, como ya fue mencionado, poseen un comportamiento dinámico. Uno de los aspectos que explican este dinamismo es el crecimiento en un tiempo dado, que hace referencia tanto al aumento del número de individuos debido a su nacimiento como a su disminución por la muerte (Muzzanti,

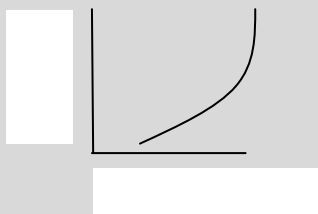
S., 2003).

Al leer los resultados de una investigación resuelta por un grupo de estudiosos en diversas regiones de España, sobre la población del gorrión común (Passer domesticus), se advierte, por ejemplo que, en una región agrícola se contabilizaran 1684 huevos en la temporada de cría.

El ítem 1.18 propone consignas relacionadas con varios indicadores. En la pregunta 1.18.a (Figura 91) es la asignación de título lo que se solicita, al tener que completar la información en una gráfica de líneas que relaciona el crecimiento poblacional del gorrión, con el nombre de cada variable en sus respectivos ejes cartesianos. En este caso

los alumnos completan la RGC con el título adecuado, sin embargo sólo un alumno es capaz de nombrar los ejes con el nombre de: “eje de abscisas y ordenadas”, la mayoría los designa como: “ejes x e y”.

1.18 Considerando condiciones ambientales óptimas, el crecimiento poblacional (según el texto) podría ser representado con la siguiente gráfica de líneas:



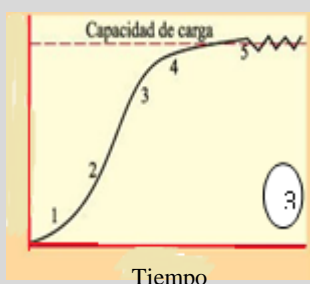
1.18.a. Completa la gráfica colocando adecuadamente el nombre de cada variable en sus respectivos ejes. ¿Puedes enunciar el nombre de los ejes cartesianos? Hazlo.

Figura 91. Ítem 1.18.a de la Actividad de aplicación N° 2

➤ **Tercer encuentro**

Luego de una semana, se produce el tercer encuentro, en el cual se realizó una revisión de los temas abordados en la clase anterior, porque se advirtió que los alumnos no podían interactuar a partir de proponer diálogos con los conceptos tratados. Los alumnos se tornaron más activos a partir de esta intervención. En el ítem 1.18.b (Figura 92), se presentó nuevamente la RGC de líneas y se les propuso vincularla con una tabla para completar con los números correspondientes a los tramos de la gráfica. Este ítem es más rico en actividades semióticas, se trabajan tanto el *tratamiento* como la *conversión*, a través del reconocimiento de patrones y tendencias, la comprensión del problema, la conversión de representaciones y la emisión de la respuesta.

1.18.b. Existen cálculos teóricos que intentan representar de manera simplificada algunos fenómenos que ocurren en la realidad; esto permite hacer interpretaciones y predicciones. La curva del gráfico anterior representa el crecimiento de una población de gorriones con recursos ambientales disponibles sin límites: alimento, refugio, lugares de nidificación. Asocia cada número dado al tramo de la gráfica 3 (pág. 5) con las expresiones correspondientes. Escribe el número en el casillero adecuado:



Número del tramo	Expresiones explicativas
	La tasa de crecimiento disminuye
	La tasa de crecimiento alcanza un crecimiento máximo.
	El crecimiento de la población es exponencial
	La tasa de crecimiento se acelera

Figura 92. Ítem 1.18.b de la Actividad de aplicación N° 2

En esta actividad los alumnos presentaron una gran dificultad para responderla, los conflictos semióticos se observaron cuando no lograron realizar la correcta vinculación de cada tramo de la gráfica con la tabla, y tampoco al tener en cuenta que presentaba un crecimiento de tipo exponencial.

Luego se propuso leer el Texto 7 (Tabla 161), y responder a los ítems 1.19.a, 1.19.b, 1.19.c, 1.19.d y 1.19.e (Figura 93), referidos a los conceptos de “subpoblación”, “colonización” y “extinción”. Esta serie de preguntas estaban vinculadas a las tres actividades semióticas, por medio de la determinación de los valores de las variables, ubicación, extrapolación y reconocimiento de las mismas, reconocimiento de escalas, conversión de representaciones y comprensión del problema.

Tabla 161

Texto 7 de la Actividad de aplicación N° 2

 **Texto 7: Crecimiento de las poblaciones según las restricciones del ambiente**

Muchas poblaciones están divididas en subpoblaciones diferentes, entre las que ocurre cierto intercambio de individuos. Este tipo de patrón se presenta a menudo allí donde el hábitat favorable se encuentra en parches separados o “islas de hábitat”. Cada subpoblación tiene una probabilidad de nacimiento (colonización) y una probabilidad de muerte (extinción). Una respuesta común de los animales ante los cambios ambientales es la dispersión, el movimiento hacia otro hábitat. Si la calidad del hábitat disminuye de manera notable; los individuos pueden ser capaces de mejorar su supervivencia y su éxito reproductivo yéndose a otro lado.³ Un estudio realizado sobre esta especie en España, arroja datos interesantes sobre la cantidad de huevos censados en las diferentes nidadas estudiadas. Los investigadores construyeron una tabla con los datos que aparecen a continuación⁴:

Se les presentó una tabla con la información de un estudio realizado en España, sobre la cantidad de huevos de gorriones censados en diferentes nidadas.

³ Purves, Sadhava, Orians y Héller (2003) *Vida. La ciencia de la Biología*. Madrid: Ed. Médica Panamericana

⁴ Murgui, E. (2011). Gorrión Común – *Passer domesticus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. ⁴ Murgui, E. (2011). Gorrión Común – *Passer domesticus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Ubicación de los nidos: localidad, modalidad de nidada (natural sobre frutales/cajas nido/cautiverio)	Año de estudio	Cantidad de huevos
Nido sobre naranjos (Valencia)	1976	335
Nido sobre naranjos (Valencia)	1977	1120
Nido sobre naranjos (Valencia)	1976	271
Nido sobre naranjos (Valencia)	1980	362
Cajas nido en naranjos (Valencia)	1980	169
Nidos bajo tejas en medio agrícola (Cáceres y Toledo)	1984	1684
Cajas nido en medio agrícola (Barcelona)	1987	409
Cajas nido en medio agrícola (Madrid)	1987	355
Población en cautividad (Granada)	2000	0

1.19 Teniendo en cuenta los datos de la tabla anterior, responde:

1.19.a. ¿Cuál es el año donde se cuentan mayor cantidad de huevos en el nido? _____

1.19.b. ¿Cuál es la condición del hábitat donde se ubica el nido? _____

1.19.c. ¿Cuál es la condición de hábitat que reduce a cero el número de huevos en el nido?

1.19.d. Construye una gráfica de líneas con los datos de la tabla, considerando en el eje horizontal el año de estudio y en el eje vertical la cantidad de huevos.



1.19.e. Relacionando lo expuesto por el texto 7, con los datos registrados en la tabla y reinterpretando la representación gráfica, ¿cuál podría ser la fuente de individuos para la colonización de otros sitios?

Figura 93. Ítem 1.19 de la Actividad de aplicación N° 2

Para enriquecer el trabajo colaborativo, esta actividad se trabajó en equipos de dos estudiantes, algunos se confundieron en la lectura de los datos dados en la tabla, por lo cual el docente tuvo que realizar una intervención para la relectura de la misma. Para ubicar los valores de la variable en el eje horizontal (ítem 1.19.d), los alumnos utilizaron escalas diferentes, no todos comenzaron desde el origen de coordenadas, aquí también hubo una aclaración por parte del docente para que pudieran asignarlo correctamente y así poder trazar luego la curva solicitada. Algunos alumnos copiaron el formato de la curva presentada en el ítem 1.18.b enumerando los diferentes tramos, otros utilizaron líneas punteadas y puntos, sin embargo la mayoría de las RGC construidas fueron de líneas continuas. En las respuestas del problema planteado en el ítem 1.19.e, casi no hubo aciertos, nuevamente el trabajo de intervención docente se hizo presente.

➤ **Cuarto encuentro**

A partir de la historia vivida en las clases, atendiendo a la interacción de los alumnos desde la comprensión de conceptos y la capacidad de aplicación de los mismos, se implementó un instrumento de evaluación parcial con 8 ejercicios de opción múltiple (ver Anexo 8), para evidenciar la capacidad individual de resolución de los estudiantes. Los conceptos tratados nuclearmente corresponden al currículo de primer año de Educación básica: noción de sistema abierto, noción de hábitat, dinámica poblacional-mortalidad, natalidad; resistencia ambiental, crecimiento poblacional, densidad de población en relación a factores ambientales e interacción en la comunidad.

Finalizada la evaluación se continuó la clase con una estrategia didáctica que permitiría a los estudiantes interpretar cómo se realiza en campo el cálculo del tamaño de una población. Se presentó una actividad especial que consistió en recrear analógicamente un muestreo, marca, captura, recaptura, registro y cálculo del tamaño de una cierta población. Se leyó el Texto 8 (Tabla 162), introductorio de la Actividad de aplicación N°3 (Figura 94), que manifiesta las variaciones poblacionales de la especie objeto de estudio.

La Actividad de aplicación N° 3 estuvo referida a los siguientes objetivos:

- 2-Identificar, interpretar y analizar la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.*
- 4- Realizar conversiones de RGC referidas a las variaciones poblacionales.*
- 5-Interpretar variables que determinan el crecimiento y regulación de una población.*
- 6-Resolver problemas que involucren RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.*
- 7-Analizar los tipos de interacciones.*

Tabla 162

Texto 8 de la Actividad de aplicación N° 3

 **Texto 8: El hábitat**

*La elección de un lugar para vivir es una de las decisiones más importantes...El ambiente en el cuál un individuo, por ejemplo un gorrión común, encuentra sus nutrientes, sus lugares de descanso, sus sitios para nidificar o guarecerse y las rutas de escape de los predadores, es el **hábitat**. Diversos estudios indican que hay varias especies de aves que en los últimos años han visto reducida su densidad en algunos países de Europa, entre otros el gorrión común [...] Sin embargo, el declive de las poblaciones no tiene por qué ocurrir en la totalidad de su área de distribución. Las explicaciones sobre la disminución de las poblaciones de aves en las superficies agrícolas y ganaderas son variadas, aunque se acumulan las evidencias de que el declive de las poblaciones de aves en los ambientes citados está asociado a los nuevos procedimientos de trabajo que se están aplicando [...]*

Para concretarla se propuso aplicar en una primera actividad, un método de estimación del tamaño poblacional de la cantidad de semillas que hay en una bolsa. Los materiales utilizados fueron solicitados a los alumnos en la clase anterior.

Objetivo:

1. Aplicar un método de estimación del tamaño poblacional para calcular la cantidad de semillas que hay en una bolsa.
2. Analizar los resultados y la validez del método.

Información:

Si se captura y marca un número conocido de individuos de una población, se los libera y luego se toma una muestra al azar, la relación entre los individuos marcados y la totalidad de los individuos de esa muestra será igual a la relación entre la totalidad de individuos marcados y el total de la población. Esto se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{Im \text{ (individuos marcados en la muestra)}}{In \text{ (total de individuos de la muestra)}} = \frac{M \text{ (total individuos marcados)}}{N \text{ (total de individuos de la población)}}$$

Procedimiento:

1. Coloca todas las semillas de la bolsa en la caja.
2. Toma dos puñados de semillas y colócalos en la bandeja.
3. Realiza una marca con el esmalte de uñas a cada semilla.
4. Cuenta y anota la cantidad de semillas marcadas.
5. Coloca nuevamente esas semillas marcadas en la caja.
6. Tapa la caja. Agítala. Destapa la caja.
7. Sin mirar, pasa la mano y retira un puñado de semillas. Debes contar 20 semillas al azar, el resto lo retornas.
8. Coloca las 20 semillas en la bandeja.
9. Cuenta las semillas marcadas y anota.
10. Vuelve las semillas a la caja. Tapa. Agita nuevamente la caja.
11. Destapa la caja y repite la extracción. Cuenta las semillas marcadas y anota. Repite esta acción por un total de 10 veces.
12. Calcula el promedio de semillas marcadas recolectadas.
13. Finalmente puedes conocer la cantidad total de semillas. Plantea la ecuación y despeja la incógnita.
14. Estimación cantidad total de semillas:
15. Reparte las semillas entre los integrantes del grupo y cuéntelas.
16. N° total de semillas contadas:

MATERIALES

- ✓ Una bolsa de 1 kg de porotos blancos
- ✓ Una caja de zapatos o similar
- ✓ Un marcador
- ✓ Una bandeja

Figura 94. Actividad propuesta para estimar el tamaño poblacional

Se dividió a la clase en dos grupos de trabajo: Grupo A y Grupo B, y los alumnos se entusiasmaron con la experiencia respondiendo con acierto a las actividades que se propusieron. Supieron aplicar la fórmula para hallar el número total de semillas y no hubo una gran diferencia en la estimación realizada por ambos grupos. Se intercambiaron temas específicos sobre las razones que producen la disminución de una determinada población, los estudiantes se mostraron activos expresando sus ideas. Luego en la resolución del ítem 1.20 (Figura 95), que se vincula al reconocimiento del comportamiento de las variables, el docente tuvo que intervenir para que los alumnos logran interpretar la gráfica propuesta y responder a la consigna.

1.20 Imagina que se analiza un hábitat del gorrión, varios grados de latitud sur alejado del Ecuador (que es la de mayor variabilidad). Allí se observa que la disponibilidad de recursos alimentarios de alto valor proteico está restringida debido al uso frecuente de agroquímicos en las labores

agrícolas, que impactan en la cadena alimentaria. El plumaje blanco de las aves está dañado por la infestación con piojos. Señala en el siguiente diagrama, con una (x) el tramo de la curva que podría corresponder a su crecimiento antes de la situación ambiental adversa enunciada; y con un (0), el tramo de la curva que podría corresponder a la situación adversa.

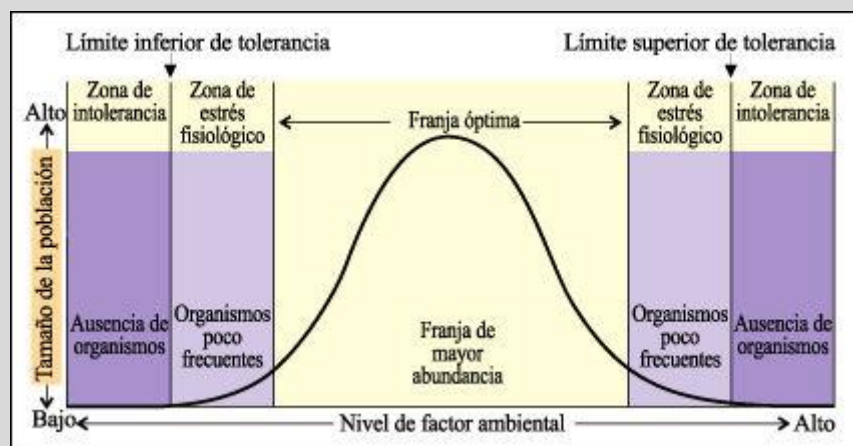


Figura 95. Ítem 1.20 de la Actividad de aplicación N° 3

Finalmente los alumnos advirtieron las restricciones ambientales (en el área agrícola) que impactan en el tamaño de esta población.

Se proyectó un powerpoint con imágenes sobre territorialidad y nidificación de la población de gorriones. Se procedió a la lectura y análisis del Texto 9 que se muestra en la Tabla 163, en el cual se relatan las características del plumaje de estas aves y su influencia en la reproducción (la calidad de la alimentación y el aporte de proteínas, que se asocia a la integridad del plumaje y a la capacidad reproductiva).

Tabla 163

Texto 9 de la Actividad de aplicación N° 3

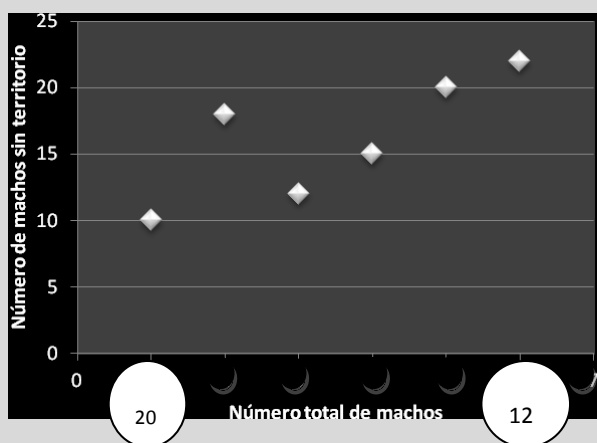
Texto 9: Plumas, salud y reproducción

En los adultos, la muda de las plumas comienza desde principios de enero hasta finales de febrero (en el hemisferio sur)...Tanto en adultos como en jóvenes, la muda tiene un carácter completo y es de carácter descendente, es decir, progresa desde las plumas internas a las externas. Durante la muda aumenta la concentración de glóbulos blancos (Nava et al., 2001, citado en Murgui, 2011). Al mismo tiempo, la concentración de proteínas plasmáticas y productos nitrogenados como urea y ácido úrico disminuyen debido a que estas sustancias son usadas como una reserva de aminoácidos útiles para el proceso de muda. Para el mismo periodo del año, el número de glóbulos blancos es mayor en los individuos jóvenes que en los adultos. Según Puerta et al. (1995) desde la primavera hasta comienzos del otoño son meses de intenso gasto energético por las labores de reproducción. [...] la respuesta inmune y la muda están relacionadas negativamente, de modo que sólo los individuos en buen estado físico pueden mudar de forma eficiente y a la vez responder efectivamente a patógenos y parásitos (Moreno-Rueda, 2011, citado en Murgui, 2011). [...] las dimensiones de la glándula uropigial están correlacionadas negativamente con el número de orificios en las plumas producidos por los piojos del

orden Phthiraptera, y positivamente con algunos indicadores físicos de la salud del individuo. Los gorriones comunes usarían la secreción de la glándula contra los parásitos, y también para incrementar la resistencia del plumaje a la abrasión (Moreno-Rueda, 2001, citado en Murgui, 2011). Mejor plumaje, mayor éxito reproductivo.

El ítem 1.21 (Figura 96) referido a una RGC de puntos, activó el establecimiento de la forma en que covarían las variables y el reconocimiento de patrones y tendencias, se advirtió aquí que un sólo alumno respondió bien a la tendencia solicitada.

1.21 Observa el gráfico de puntos adjunto, que ilustra una tendencia en la relación entre el número de machos sin territorio (“flotantes”) en relación a la cantidad total de machos.



¿Cuál es la tendencia?

¿Qué conclusión puedes elaborar a partir de tu interpretación?

Figura 96. Ítem 1.21 de la Actividad de aplicación N° 3

Con esta respuesta se pretendía reforzar el concepto de “competencia intraespecífica” referida a la alimentación y el territorio, lo cual se relaciona con las características del plumaje (color, resistencia a la abrasión, eficacia de la muda), y el funcionamiento de la glándula uropigial (cuyas secreciones permiten proteger el plumaje del ataque de los piojos). A mejores indicadores físicos del plumaje, mayor probabilidad de conseguir territorio y nidificar. Caso contrario se constituyen en lo que se conoce como ‘machos flotantes’.

➤ Quinto encuentro


Se inició este encuentro entregando la devolución de la evaluación y generando intercambio sobre los diferentes tópicos abordados. Luego se continuó con la Secuencia didáctica tratando el concepto de territorialidad y eficacia reproductiva, se avanzó en la lectura y análisis de dos textos referidos a la historia vital de la población en estudio. Uno de ellos (Texto 10) refiere a la coloración y consistencia de la cáscara del huevo vinculado al tipo de sustancias contenidas en los alimentos. Mientras que el segundo texto (Texto 11) refiere a la importancia de la incubación, vigilancia de los huevos y desarrollo de los mismos.


En la lectura del Texto 10 (Tabla 164) se propusieron los ítems 1.22.a, 1.22.b y 1.22.c,

cuya RGC de barras comparativas propicia la actividad de *tratamiento*, ya que se refieren al tipo y comparación de las variables, reconocimiento de patrones y tendencias, comprensión del problema y emisión de la respuesta (Figura 97).

Tabla 164

Texto 10 de la Actividad de aplicación N° 3

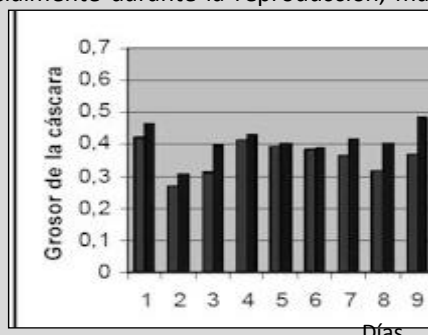
 **Texto 10: Historia vital-I**



La evolución vital de una población está influida por procesos inevitables para compensar y maximizar los beneficios entre diversas alternativas. Una opción universal de este tipo existe entre el número de crías y su tamaño. Cada individuo recién nacido comienza a crecer a partir de la energía y los nutrientes provistos por su madre.

El huevo del gorrión común es de colorido muy variable. El color de base es blanquecino, azulado o verdoso, aunque existe un pequeño porcentaje de huevos marrones, y presenta numerosas manchas pardas de diferente tono cuya disposición varía desde una gran acumulación en un extremo hasta un patrón uniformemente distribuido por toda la cáscara (Pardo, 1982; López de Hierro y Moreno-Rueda, 2010, citado en Murgui, 2011). La coloración parece estar determinada por la condición física de la hembra, de modo que la deposición de pigmentos disminuye en las puestas sucesivas y con la edad de la hembra (López de Hierro y De Neve, 2010, citado en Murgui, 2011). La coloración de la cáscara del huevo depende de sustancias que se conocen como protoporfirina y biliverdina. La primera es la responsable de los colores rojizos y marrones de las motas, mientras que la segunda de los colores verdosos y azulados.

1.22 El calcio es un importante recurso para las aves, especialmente durante la reproducción, más concretamente durante la fase de puesta cuando aumenta notablemente la demanda de este micronutriente. Diversas investigaciones establecieron relación entre la disponibilidad de calcio en el medio y el patrón de pigmentación en los huevos. Las protoporfirinas podrían actuar como sustancias que sustituyen al calcio cuando éste es escaso en el medio o los individuos no son capaces de asimilarlo correctamente.



En la gráfica de barras comparativas de la derecha, se expresan los datos obtenidos en una investigación resuelta sobre dos grupos de aves: uno control y otro experimental donde se suministró calcio extra en la alimentación. El grupo control se muestra en el color gris claro, y el grupo experimental en color gris oscuro. El grosor de la cáscara está expresado en centésimas.


- 1.22.a. ¿Cuál es la información que brinda la gráfica? Atiende a las variables.
- 1.22.b. ¿Qué grupo tendrá mayor éxito reproductivo, atendiendo al grosor de la cáscara?
- 1.22.c. La salud del embrión está vinculada a los nutrientes que recibe de su madre, ¿un huevo fecundado en el día 9 del experimento, hará que la eclosión sea más exitosa que la de un huevo fecundado en el día 1?

Figura 97. Ítem 1.22 de la Actividad de aplicación N° 3

No se observaron dificultades cuando respondieron a estos ítems, se advirtió un avance en el tratamiento de la información. La lectura del Texto 11 (Tabla 165) referido al crecimiento de los polluelos en sus primeros días de vida, condujo a resolver el ítem

1.23 (Figura 98), referido a una RGC de bastones que representan ese crecimiento. En este ítem el reconocimiento de las variables y la conversión de representaciones son indicadores de las actividades semióticas.

Tabla 165
Texto 11 de la Actividad de aplicación N° 3

 **Texto 11: Historia vital-II**

La puesta de los huevos requiere de la vigilancia para evitar el parasitismo, el infanticidio y la depredación. Esta función es llevada a cabo en general por la hembra tanto desde el exterior como del interior del nido. El periodo de incubación de los huevos realizado por ambos sexos es de una media de 16 días. Al cabo de ese tiempo eclosionan, naciendo pollos de aproximadamente 3 g de peso, quienes marcan un periodo de alto crecimiento entre el 2° y 9° día. El alimento es proporcionado por ambos padres a partir de la demanda de los polluelos, para lo cual, las crías invierten un importante gasto energético, que se traduce en un coste fisiológico que puede impactar en el sistema inmune. El aumento de peso se frena en el 12° día y comienza a descender debido a la aparición del plumaje y a la pérdida de agua de los tejidos. Los pollos son dependientes de los padres por un promedio de 25 días, de los cuales permanecen en el nido 15 días mientras continúan creciendo longitudinalmente las alas y luego que lo abandonan en periodos cortos, continúan dependiendo de los padres por 10 días más.


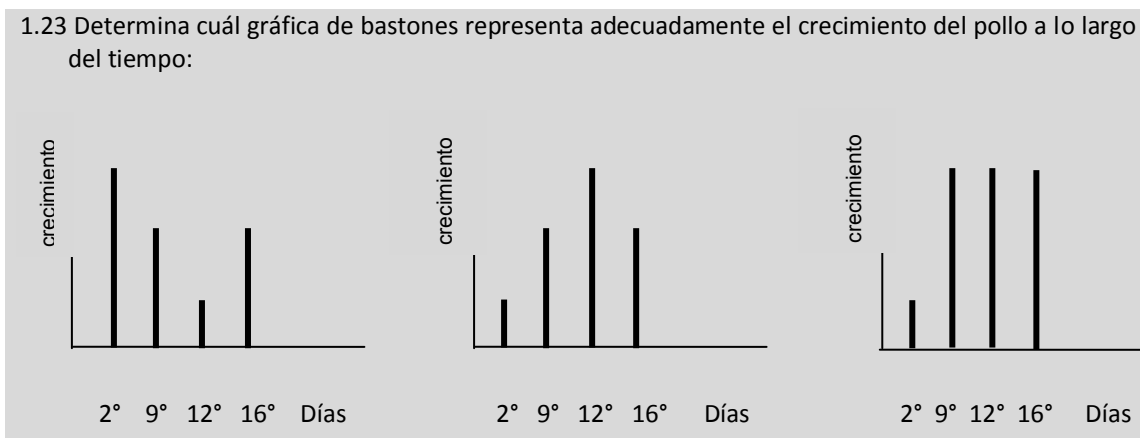



Figura 98. Ítem 1.23 de la Actividad de aplicación N° 3

La mayoría de los alumnos se mostraron activos y supieron responder correctamente este ítem, no hubo ninguna dificultad en la elección de la RGC adecuada.

El ítem 1.24 (Figura 99) completa la tabla presentada en la pregunta 1.19, referida a la cantidad de huevos y al éxito reproductor, en diferentes localidades españolas. Esta es una actividad típica de *conversión* de representaciones, porque se les solicita que realicen la transformación en una representación de otro registro, en este caso de una tabla de valores a una RGC de barras, o de líneas, o de puntos.

1.24. En la siguiente tabla aparecen una serie de datos que completan la información dada en el punto 1.19.

Ubicación de los nidos: localidad, modalidad de nidada (natural sobre frutales/cajas nido/cautiverio)	Año de estudio	Cantidad de huevos	Éxito Reproductor
Nido sobre naranjos (Valencia)	1976	335	32%
Nido sobre naranjos (Valencia)	1977	1120	14%
Nido sobre naranjos (Valencia)	1976	271	48%
Nido sobre naranjos (Valencia)	1980	362	14%
Cajas nido en naranjos (Valencia)	1980	169	39%
Nidos bajo tejas en medio agrícola (Cáceres y Toledo)	1984	1684	49%
Cajas nido en medio agrícola (Barcelona)	1987	409	45%
Cajas nido en medio agrícola (Madrid)	1987	355	50%
Población en cautividad (Granada)	2000	0	17%

1.24.a. Indica con una cruz la/s gráfica/s que representa/n correctamente los datos que hacen referencia al éxito reproductor:

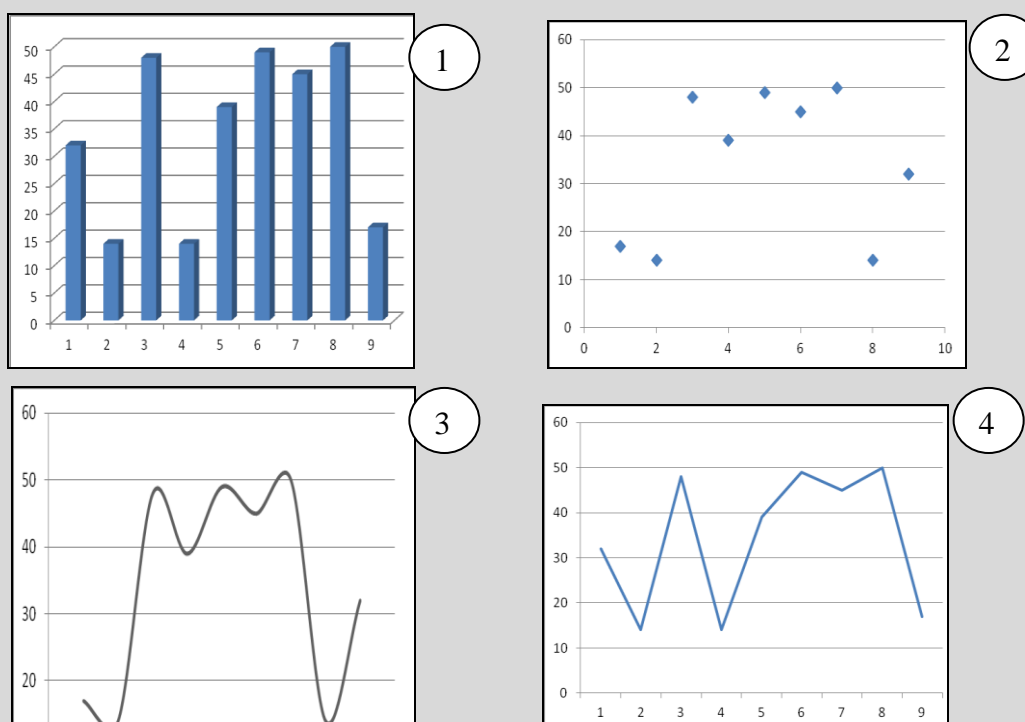


Figura 99. Ítem 1.24 de la Actividad de aplicación N° 3

En este ítem, los alumnos dudaron en la elección de la RGC adecuada, el docente tuvo que intervenir para llegar al resultado correcto.

Las poblaciones se relacionan entre sí generando comunidades biológicas. El Texto 12 (Tabla 166) relaciona la densidad poblacional del gorrión respecto de una población de naranjos (*Citrus sinensis*) en la localidad de Valencia (España) en un determinado

tiempo. Las RGC propuestas brindan la información sobre ambas poblaciones en ese tiempo. La resolución del ítem 1.25 (Tabla 167), invita a vincular la información para poder seleccionar las opciones explicativas adecuadas. Aquí se pueden evaluar varios indicadores de las actividades semióticas: reconocimiento de las unidades, de escalas, de patrones y tendencias, y de conversión de representaciones.

Tabla 166

Texto 12 de la Actividad de aplicación N° 3

Texto 12: Comunidades biológicas

Un estudio realizado sobre la densidad poblacional del gorrión común (*Passer domesticus*) en una parcela de naranjos de aproximadamente 17 hectáreas en Valencia (España), arrojó resultados interesantes. En este caso se resolvió el censo mediante el conteo de las parejas nidificantes desde el año 1975 hasta el año 2001, se observó la evolución de la población de gorriones tanto como las modificaciones de los bosques de naranjo. Lo estudiado se representó en gráficas de líneas como las que aparecen a continuación:

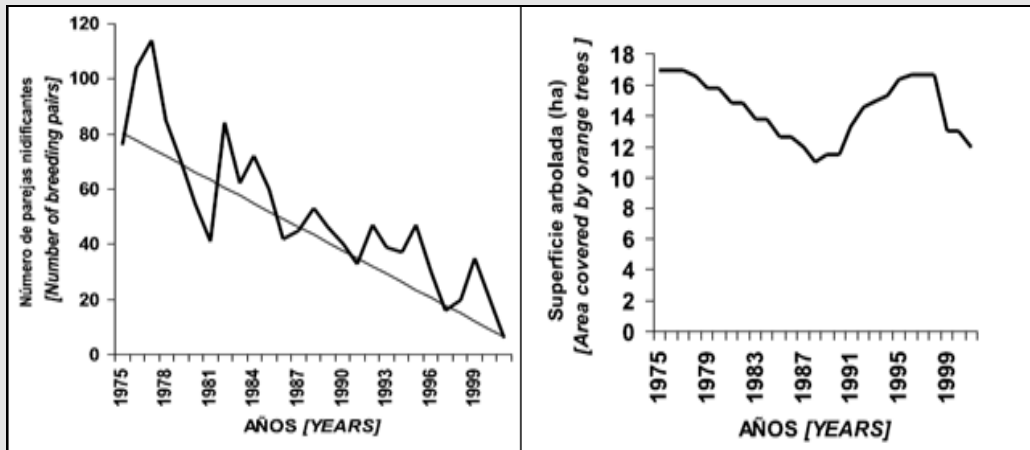


Tabla 167

Ítem 1.25 de la Actividad de aplicación N° 3

1.25. Indica con una X los casilleros con las opciones seleccionadas como explicación de las gráficas.

-El N° de parejas oscila entre 6 y 114. -En 1978 fue el número más elevado. -La tendencia en ambos diagramas es decreciente. - Hay relación directa con la evolución del bosque de naranjos.	-La población de gorriones aparenta una recuperación en algunos años. -En 1977 fue el número más elevado de parejas -La tendencia es creciente en la población de gorriones como en la de naranjos.	-El N° de parejas en el primer censo es de aproximadamente 75 -La capacidad de carga probablemente ha sido superada y con ello se dificulta la recuperación. - El bosque de naranjos presenta un crecimiento a partir de 1992.	-La densidad de población del gorrión se reduce de modo notable. -Las recuperaciones parciales aparecen como "picos" en la gráfica. -La menor densidad de población de gorriones se relaciona con la mayor superficie de naranjos.
1	2	3	4

En una primera instancia la mayoría de los alumnos respondió erróneamente. Nuevamente en este ítem el docente intervino invitando a explicitar el concepto de “capacidad de carga” y “densidad de población”. Luego, lo resolvieron correctamente.

La necesidad de integrar estos conceptos estudiados en otras regiones geográficas, pero sosteniendo a la misma población biológica, propició la entrega a los estudiantes de la actividad de aplicación N° 4, que contempla un estudio realizado en la provincia de Córdoba (Argentina), desde el año 1985 al 2010. Y se invitó a resolver 6 ítems para analizar la RGC e hipotetizar las razones sobre las fluctuaciones poblacionales de los últimos años de ese estudio.

La cuarta actividad (o Actividad de aplicación N° 4) se propuso para los siguientes objetivos:

2-Identificar, interpretar y analizar la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.

4- Realizar conversiones de RGC referidas a las variaciones poblacionales.

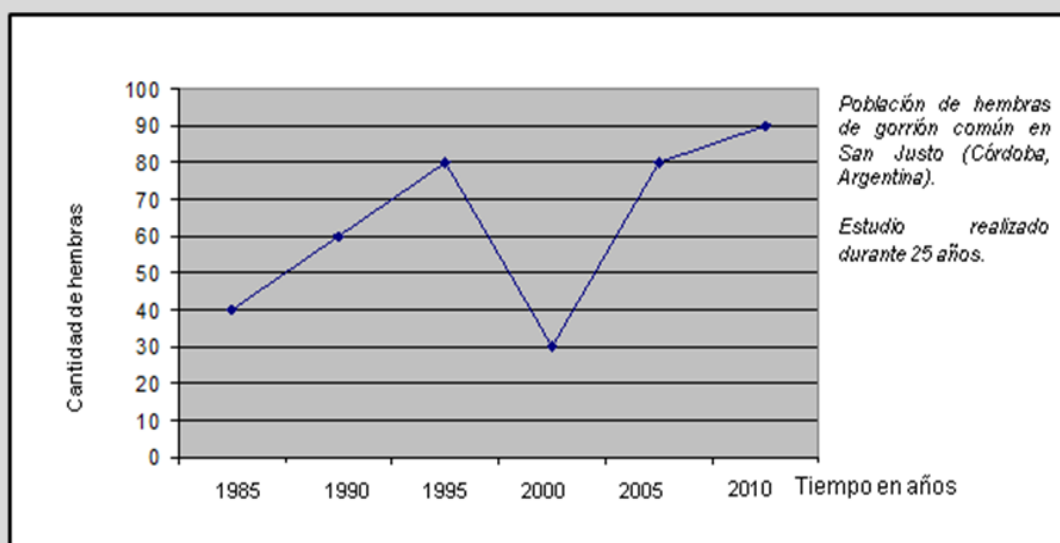
5-Interpretar variables que determinan el crecimiento y regulación de una población.

6-Resolver problemas que involucren RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.

7-Analizar los tipos de interacciones.

1.26 En la República Argentina, también se han realizado una serie de estudios sobre las poblaciones de gorriones. Los resultados de las observaciones aparecen en los siguientes registros:

La población de hembras de gorriones comunes que construyen sus nidos en San Justo, provincia de Córdoba, se reduce en forma periódica debido al clima desfavorable del invierno y de las grandes fumigaciones.



A partir de la lectura del texto y del diagrama cartesiano responde:

- 1.26.a. ¿Qué unidad de medida se utiliza para la variable tiempo?.....
 1.26.b. ¿Las variables estudiadas utilizan la misma escala?.....
 1.26.c. ¿En qué año la población de hembras de gorriones fue máxima?.....¿Cuál es el número de hembras en ese año?.....
 1.26.d. ¿Cuál es el rango de población durante los 25 años de estudio?.....
 1.26.e. A partir del año 2000 se disminuye el uso de insecticidas en las plantaciones. ¿Esta acción influye en la cantidad de hembras de gorriones según lo indica el diagrama?.....
 1.26.f. Selecciona la sentencia que consideres más adecuada para dar una explicación a la respuesta de la pregunta anterior:

Los efectos residuales de los insecticidas hacen que la recuperación de hembras de gorrión se observe 5 años después de establecido el desuso.	Los efectos residuales de los insecticidas hacen que la recuperación de hembras de gorrión se observe 10 años después de establecido el desuso.	El desuso de insecticidas no incide en el número de hembras de gorrión	El desuso de insecticidas aumenta de modo inmediato el número de hembras de gorrión
1	2	3	4

Figura 100. Ítem 1.26 de la Actividad de aplicación N° 4

El ítem 1.26 (Figura 100) tiene un formato integral, en el mismo se potencian en los alumnos las tres funciones cognitivas de acceso, percepción y comunicación-expresión. Lo resolvieron en su mayoría en forma correcta, solo el ítem 1.26.d requirió intervención docente, esto motiva a pensar que los alumnos no habían conocido anteriormente conceptos ligados a la estadística descriptiva como es en este caso el concepto de ‘rango’. Luego de la aclaración abordaron la respuesta correcta.

➤ *Sexto encuentro*

En este último encuentro el docente invitó a realizar un repaso de los conceptos abordados en las clases anteriores, y diagramó en la pizarra esa síntesis. A partir de la interacción emergieron conceptos y vínculos entre éstos estructurándose un diagrama conceptual integrador. Luego se proyectó un nuevo video sobre nidificación y alimentación de las crías de gorriones. Se invitó a los alumnos a que leyeran el Texto 13 (Tabla 168), centrado en el comportamiento (principios etológicos), para luego resolver el ítem 1.27 (Figura 101).

Tabla 168

Texto 13 de la Actividad de aplicación N° 4

Texto 13: Comportamiento social: altruismo, egoísmo, cooperativismo

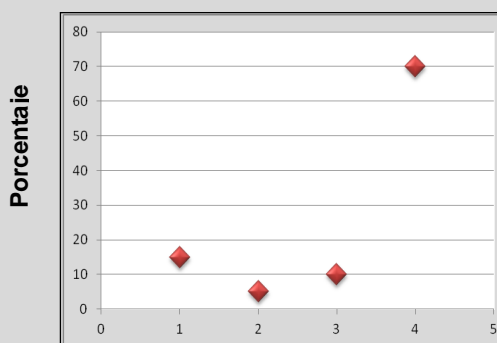
Se han realizado algunos estudios sobre el comportamiento del gorrión común cuando se introducen, de modo experimental, huevos extraños en el nido con la intención de observar el comportamiento de la especie. Es natural de la especie la relación de “parasitismo intraespecífica”. Esto significa, que algunas hembras colocan sus huevos en nidos ajenos para que sean incubados por la hospedadora, aumentando su eficacia reproductiva. Sin embargo, la evolución ha capacitado a las hembras para reconocer sus propios huevos de los ajenos. Cuando éstos son detectados, los expulsan del nido.

1.27. El diseño experimental se basó en introducir en nidos: huevos miméticos y huevos no miméticos (pintados de rojo). Las hembras pueden en ese caso: intentar expulsar el huevo (1); expulsar el huevo (2); abandonar la puesta (3) o aceptar el huevo (4).

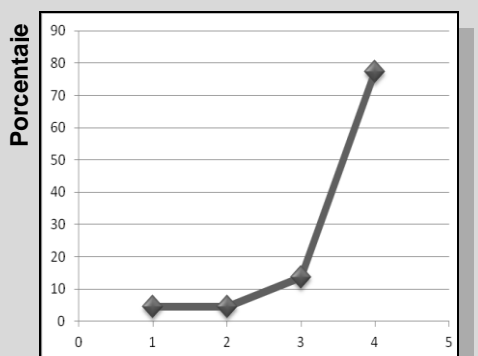
Los resultados en porcentaje, de ambas categorías de huevos (miméticos/no miméticos) aparecen en las siguientes gráficas de puntos.



1.27.a. Comienza a completar las tablas, para ello rescata los valores y escribe sólo en la columna de porcentajes



Acción de la hembra



Acción de la hembra

Huevos no miméticos N° de nidos _____		
Acción de la hembra de <i>Passer domesticus</i>	Porcentaje %	Número de huevos
Expulsión del huevo (1)		
Intento de expulsión (2)		
Abandono de la puesta (3)		
Aceptación del huevo (4)		
Huevos miméticos N° de nidos _____		
Acción de la hembra de <i>Passer domesticus</i>	Porcentaje %	Número de huevos
Expulsión del huevo (1)		
Intento de expulsión (2)		
Abandono de la puesta (3)		
Aceptación del huevo (4)		

[...] la incidencia de este fenómeno (parasitismo reproductor intraespecífico) era elevada. [...] Pruebas realizadas sobre una población de gorriones en cautividad, indican que las hembras parasitadas eran capaces de reconocer alrededor del 25 % de los huevos ajenos y actuaban expulsando el huevo (lo que suponía romper o expulsar el 44 % de los huevos propios) o abandonando por completo la puesta (Moreno-Rueda y Soler, 2001).

1.27.b. Imagina que el estudio planteado y graficado en 1.27.a, se ha basado en la observación de 42 nidos control en total. Colocando en 22 nidos huevos miméticos y en 20 nidos huevos no miméticos. Del estudio se extrae que, el:

- Promedio de Puestas es igual a 5
- Promedio de Huevos en total es igual 15 (3 huevos por puesta)

Completa las tablas anteriores (punto 1.27.a.) colocando el número de nidos involucrados en cada acción enunciada y el número de huevos que se vinculan a cada acción de la hembra de *Passer domesticus*, en cada categoría (huevos miméticos/no miméticos).

1.27.c. Señala la o las frase/s que consideres adecuada para construir la conclusión que consideres correcta:

La expulsión del huevo en ambos casos, es del 10% aproximadamente.	El porcentaje de diferencia en la aceptación del huevo	El abandono de la puesta en ambos categorías es	El intento de expulsión del huevo del nido es prácticamente igual en
--	--	---	--

	mimético y no mimético es extremadamente baja.	coincidente.	ambos casos.
1	2	3	4

Figura 101. Ítem 1.27 de la Actividad de aplicación N° 4

Se advirtió la dificultad de los alumnos en los ítems 1.27.a y 1.27.b, ya que para realizarlo debían calcular los resultados utilizando nociones previas de proporcionalidad directa y de porcentaje. El docente intervino recordando cómo efectuar esos cálculos y luego lo desarrollaron correctamente. El ítem 1.27.c no les ofreció dificultad, porque seleccionaron un breve texto explicativo a modo de conclusión del problema planteado. El conjunto de estrategias didácticas aplicadas favoreció, además la construcción del concepto de “nicho ecológico”, entendiendo por tal al conjunto de rangos de factores ambientales con los que interactúa una población determinada (Curtis, et al., 2008, Pág. 916).

Finalizando esta actividad, se proyectó un video sobre la interacción de palomas (*Columba livia*), cotorra argentina (*Myiositta monachus*) y gorriones comunes (*Passer domesticus*). Se leyó el Texto 14 (Tabla 169) sobre las variaciones de la densidad de las diferentes poblaciones y el tipo de interacción, para resolver 5 ítems vinculados a la RGC propuesta (Figura 102).

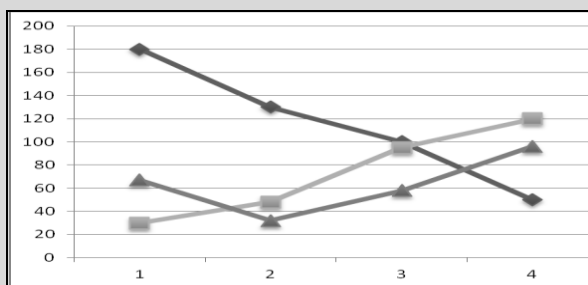
Tabla 169

Texto 14 de la Actividad de aplicación N° 4

Texto 14: La vida en comunidad

En el norte de Europa se realizan censos sobre la población de gorriones desde 1970 y en España desde 1996. Se ha advertido un franco descenso en la población de esta especie, debido a diversas causas sobre las cuales los ornitólogos no se ponen totalmente de acuerdo. Una de las razones que se pueden citar es la competencia que se establece con la población de palomas (*Columba livia*) aves de mayor porte y más agresivas o, con la cotorra argentina (*Myiositta monachus*), cuya proliferación hace que aumente de modo significativo el número de individuos. Otra de las razones argumentadas por los ornitólogos es la presencia de redes de telefonía de modo abundante, lo que influye sobre los sitios de nidificación de los gorriones, disminuyendo de modo dramático la tasa de reproducción debido a los campos electromagnéticos generados.

1.28 Atendiendo al texto, considerando a las diferentes poblaciones y su evolución, la representación gráfica más adecuada podría ser como la siguiente:



1.28.a. Coloca las correspondientes etiquetas sobre las líneas: *gorrión común*; *paloma*; *cotorra argentina*.

1.28.b. La presencia de estas dos poblaciones al mismo tiempo y en el mismo ambiente,

¿estará produciendo un proceso de “exclusión competitiva” a la población de gorrión común?

1.28.c. Justifica brevemente tu respuesta. _____

1.28.d. Coloca un título a la gráfica que represente la situación estudiada y luego nombra los ejes con las variables correspondientes.

1.28.e Indica que tipo de relación se establece entre las variables, si son dependientes o independientes.

Figura 102. Ítem 1.28 de la Actividad de aplicación N° 4

La mayor dificultad que se apreció en este último ítem está referida a la lectura de la RGC, que en este caso es de líneas comparativas; hubo relectura del Texto 14 para lograr su entendimiento. No lograron establecer la relación entre las variables involucradas, como lo indicaba el ítem 1.28e.

En el desarrollo de la Secuencia didáctica se observó que los alumnos presentaron dificultades en:

- El reconocimiento y señalización de regiones geográficas.
- La lectura del nombre de diferentes especies en nomenclatura binomial.
- La conversión de representaciones.
- El reconocimiento y uso de parámetros estadísticos.
- La construcción de RGC que involucra el reconocimiento de los valores de las variables, su ubicación en los ejes correspondientes, como también la designación de los ejes.

6.6 Instrumentos y actividades de evaluación de la Secuencia didáctica

Los alumnos de la división 4°3° realizaron tres evaluaciones escritas, dentro del marco de la Intervención didáctica aplicada (ver Tabla 118): una Evaluación parcial, la Actividad de aplicación N° 5 y una Evaluación trimestral.

6.6.1 Instrumento de evaluación parcial

Este instrumento (Anexo 8) aplicado en el cuarto encuentro pretendió rescatar conceptos vinculados a la BP desarrollados durante primer año de la Educación Básica, y aplicados en el transcurso del desarrollo de la Secuencia didáctica. Las dificultades observadas en las interacciones de aula, permitieron hipotetizar una falta de familiaridad con conceptos centrales en la BP, y de los resultados obtenidos de la resolución de este instrumento, se obtuvieron líneas de acción didáctica para los ajustes adecuados. Esta evaluación escrita de opción múltiple, contenía 8 ítems, cada uno con 4 opciones de respuesta (a, b, c y d), la cual fue aplicada el día 17 de mayo de 2013 a los 17 alumnos presentes. Estuvo referida a los siguientes objetivos:

1- Identificar los componentes estructurales y funcionales de un ecosistema.

- 2- Identificar, interpretar y analizar la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.
- 6- Resolver problemas que involucren RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.

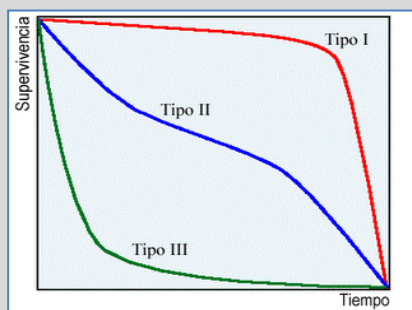
Los dos primeros ítems (Tabla 170) se refieren a conceptos de BP sobre las características de los sistemas ecológicos y hábitat.

Tabla 170
Ítems 1 y 2 de la Evaluación parcial

1. Los sistemas ecológicos son sistemas abiertos porque:
 - a. Hay flujo de energía unidireccional
 - b. Hay flujo de materia bidireccional
 - c. Hay adaptaciones de los seres vivos
 - d. Hay intercambio de materia y energía
2. Conocer el hábitat de una población implica:
 - a. Sólo reconocer el lugar donde vive
 - b. Reconocer las condiciones físicas para la vida
 - c. Reconocer los hábitos reproductivos
 - d. Sólo reconocer los sitios de alimentación

Una RGC de líneas comparativas que vincula la supervivencia en función del tiempo, se presenta en el ítem 3 (Figura 103), vinculada al concepto de crecimiento poblacional en tasas de mortalidad y natalidad. En este caso la actividad semiótica de *tratamiento*, desde los indicadores ‘reconocimiento del comportamiento de las variables’ y ‘reconocimiento de patrones y tendencias’, se evalúa en el desempeño de los estudiantes. Se completa la indagación sobre el mismo concepto en los ítems 4 y 5 (Figura 104). Para este último ítem, la RGC es de líneas y regiones (resistencia ambiental), relacionando el número de individuos en función del tiempo.

3. El crecimiento poblacional depende de diversas relaciones, que pueden ser modelizadas, teniendo en cuenta por ejemplo, las tasas de natalidad y mortalidad, sin considerar las migraciones. Según se observa en el siguiente gráfico, la supervivencia en las poblaciones puede ser de tres tipos. El tipo III implica:

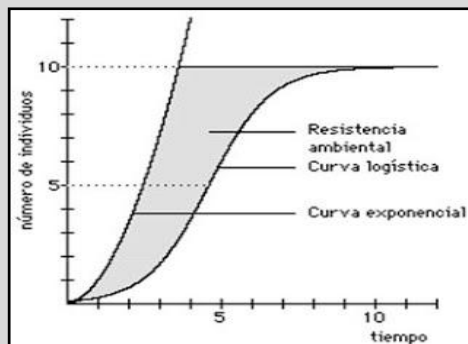


- a. Baja mortalidad en el final de la vida
- b. Mortalidad constante durante toda la vida
- c. Mortalidad elevada en las primeras etapas de la vida y reducida en las últimas
- d. Mortalidad reducida en las primeras etapas de la vida y alta en las últimas

Figura 103. Ítem 3 de la Evaluación parcial

4. La tasa de crecimiento poblacional es la relación expresada como:
 - a. Número de nacimientos + número de muertes
 - b. Número de nacimientos – número de muertes
 - c. La diferencia entre número de nacimientos y número de muertes en un tiempo dado
 - d. La diferencia entre nacimientos y muertes, en relación al tiempo y al número total de individuos.

5. En el crecimiento poblacional que se muestra en la gráfica adjunta se pueden analizar:
 - I. Un crecimiento exponencial donde predomina la natalidad sobre la mortalidad.
 - II. Un crecimiento logístico, balanceando el número de nacimientos en relación a la capacidad del ambiente.
 - III. Al crecimiento exponencial como crecimiento sin restricciones
 - IV. Capacidad de carga, como el número promedio que puede soportar un ambiente.



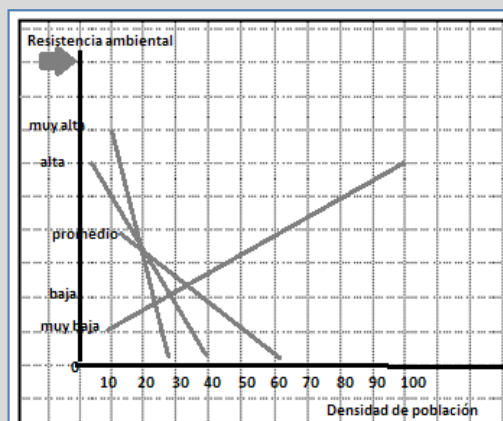
Son correctas las opciones:

- a. I y II
- b. Todas, excepto IV
- c. Todas, excepto III
- d. Todas

Figura 104. Ítems 4 y 5 de la Evaluación parcial

El ítem 6 (Figura 105) se vincula al concepto de densidad de población, que se asocia en este caso a una RGC de líneas comparativas con diferentes pendientes relacionándola a la resistencia ambiental con diferentes grados: muy alta, alta, baja y muy baja. Desde la *formación* se reconoce el ‘comportamiento de las variables’, y desde la *conversión* la ‘transferencia de conceptos’.

6. La densidad de población está dada por el número de individuos en relación a la unidad de superficie o de volumen. Según se ve en el gráfico inserto:

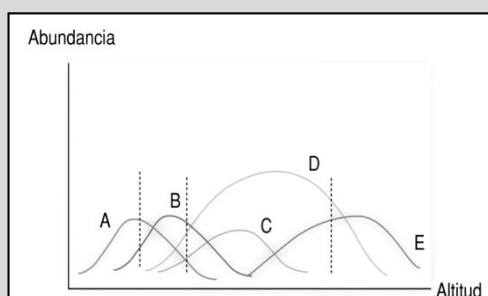


- a. A mayor resistencia ambiental, mayor densidad poblacional
- b. A menor resistencia ambiental, menor densidad poblacional.
- c. A menor resistencia ambiental, mayor densidad de población.
- d. A resistencia ambiental promedio, densidad de población alta.

Figura 105. Ítem 6 de la Evaluación parcial

Otro concepto relacionado a las poblaciones es el de ‘abundancia’. En el ítem 7 (Figura 106) se caracteriza mediante una RGC de líneas comparativas en función de la altitud y preguntas asociadas a la ‘comparación de variables’ y al ‘reconocimiento de patrones y tendencias’.

7. La abundancia de poblaciones, es decir la estructura de una comunidad, su variedad y riqueza, está de la mano de las diferencias de gradientes, como por ejemplo la humedad o la altitud. En el siguiente gráfico se puede analizar que:

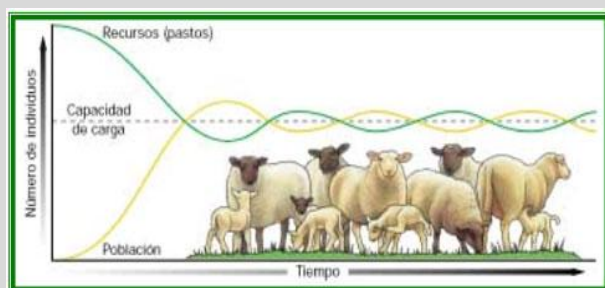


- A mayor altitud mayor abundancia de poblaciones
- A menor altitud mayor abundancia de poblaciones.
- A altitud media menor abundancia de poblaciones
- A altitud media mayor abundancia de poblaciones.

Figura 106. Ítem 7 de la Evaluación parcial

En el último ítem (Figura 107), la RGC de líneas comparativas muestra las interacciones que se producen en una hipotética población, sus recursos y la capacidad de carga. Se vincula a la *conversión* a través de la ‘transferencia de conceptos’.

8. Las interacciones, en el interior de una comunidad generan diferentes modelos. Según el diagrama inserto, allí se puede apreciar el modelo de:



- Competencia por explotación
- Parasitismo
- Mutualismo
- Competencia por interferencia

Figura 107. Ítem 8 de la Evaluación parcial

6.6.2 Actividad de aplicación N° 5 de la Secuencia didáctica

En el séptimo encuentro, la selección de un texto y 6 ejercicios de aplicación permitieron construir la Actividad de aplicación N° 5 (ver final del Anexo 7). Con una idea de continuidad y al mismo tiempo de recurrencia e integración conceptual, se diseñaron estos ítems de intervención. Esta actividad introdujo un texto de investigación científica (Tabla 171) que conlleva características estructurales y de comportamiento de la población de gorriones. Se planteó el problema: “cómo será la evolución de una población de estas aves en un área rural, con características para una zona urbana”,

luego se retornó al ítem 1.17 (dinámica poblacional) y se avanzó vinculando características físicas adaptativas al medio ambiente en relación a la sobrevivencia (interacción competitiva exitosa). Para ello se interpretaron y analizaron censos poblacionales, teniendo en cuenta cuatro características adaptativas: volumen de pico, apuntamiento alar, longitud de la cola y superficie del babero gular. Esta actividad de evaluación se propuso en función de los siguientes objetivos:

- 2- Identificar, interpretar y analizar la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.
- 6- Resolver problemas que involucren RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.
- 8- Construir RGC referidas a conceptos de dinámica poblacional.
- 9- Identificar los cambios poblacionales a través del tiempo.

La evaluación escrita de la secuencia didáctica, se implementó el día 30 de mayo de 2013, a 24 alumnos del curso ya presentado.

Tabla 171
Texto 15 de la Actividad de aplicación N° 5

Texto 15 : Dinámica poblacional, los cambios a través del tiempo



Las diferentes presiones selectivas en distintos ambientes dan lugar a divergencias en la estructura del cuerpo entre las correspondientes poblaciones de una misma especie. A mayor grado de plasticidad mayor capacidad de adaptación y colonización de nuevos medios. Se evaluó la plasticidad del Gorrión Común (*Passer domesticus*) en siete

(7) localidades con diversos grados de urbanidad del centro de España. Se observaron cuatro aspectos relativos a la adquisición de recursos y las interacciones sexuales/sociales: locomoción, vuelo, alimentación y expresión de caracteres secundarios; vinculados a cuatro adaptaciones estructurales: el apuntamiento alar, longitud de la cola, volumen del pico y superficies de babero gular [...]

Alas largas y apuntadas, y, cola corta ofrecen mayor velocidad con menor consumo energético en vuelos largos; mientras que formas cortas y redondeadas del ala, y, colas largas favorecen la aceleración y movimientos más rápidos en distancias menores, así como mayor maniobrabilidad (Tellería et al, 2001, citado en García Anton, 2013) [...]

El babero pectoral (gular) expuesto por los machos de gorrión común durante el periodo reproductor tiene funciones de ornamento sexual y estatus social en el grupo estando positivamente relacionado con el éxito reproductor (Jensen et al, 2004; Holand et al. 2011, citado en García Anton, 2013) [...] el tamaño del babero se relaciona positivamente con el de los testículos durante la época reproductora (Møller, 1988, citado en García Anton, 2013) y éste, con la cantidad de cópulas y la cantidad de

esperma eyaculado por competencia espermática ya que, aún siendo monógamos, las cópulas extra-parejas son frecuentes. Sin embargo, el mantenimiento de una elevada posición social es costoso energética e inmunológicamente. [...]

Las preguntas 1.a y 1.b (Tabla 172) estaban referidas a la interpretación del texto introductorio, con respecto a las características de la cola y alas del gorrión, como también al tipo de alimentación e interacción competitiva, en este caso el alumno debía marcar la respuesta correcta entre cuatro opciones.

Tabla 172
Ítems 1.a y 1.b de la Actividad de aplicación N° 5

Indica con una X la respuesta correcta.

1.a. El gorrión de área urbana observado según el texto:

Presenta alas menos puntiagudas y cola larga, vinculado a vuelos cortos, mayor aceleración y maniobrabilidad	Presenta alas menos puntiagudas y cola corta, vinculado a vuelos cortos, mayor aceleración y maniobrabilidad	Presenta alas puntiagudas y cola larga, vinculado a vuelos largos con ahorro energético.	Presenta alas puntiagudas y cola corta, implican mayor velocidad para vuelos largos con ahorro de energía
1	2	3	4

1.b. Un gorrión de área urbana, según las características expresadas en el texto, se relaciona fuertemente con las siguientes interacciones:

Alimentación granívora y escasa interacción competitiva	Alimentación granívora e insectívora y baja interacción competitiva	Alimentación granívora y alta interacción competitiva	Alimentación granívora e insectívora y alta interacción competitiva
1	2	3	4

De los 24 alumnos, 16 respondieron bien al ítem 1.a. y 22 al ítem 1.b. Se puede inferir que los alumnos realizan con éxito las funciones cognitivas de acceso y comunicación-expresión. La percepción, organización y vinculación se favorecen en estos ítems porque permiten expresar relaciones entre los conceptos y vincularlos al texto.

En la pregunta 2.a (Figura 108) los alumnos debían completar los datos en una tabla, calculando el porcentaje de machos de gorriones, a partir de la información que les brinda otra tabla con respecto al babero gular. Por proporcionalidad directa o utilizando la regla de tres simple, podían resolverlo. En este caso las actividades semióticas de *formación y tratamiento* se vinculan a este ítem a través de los indicadores: ‘valores de las variables’, ‘comprensión del problema’, ‘resolución y emisión de la respuesta’. La mayoría de los alumnos la contestó correctamente, concretamente, de los 24 alumnos, se obtuvieron 20 respuestas acertadas.



2. Para aplicar conocimientos adquiridos

Tú eres un investigador que observa, durante cinco años, una población de gorriones en un área urbana. El estudio lo comienzas en la primavera de 2002 y lo finalizas en la misma estación en 2006.

Según el censo que realizas, la variabilidad que observas en cuatro índices estructurales aparecen registrados en la siguiente tabla:

N° Individuos censados	Censo	Volumen de pico		Apuntamiento alar		Longitud de cola		Superficie de babero gular		N° total de individuos
		Me- nor	Ma- yor	puntiagudo	redondeado	larga	corta	amplia	Restringida / nula	
1	253	27	175	105	83	197	112	168	280	
2	245	15	175	85	95	165	107	153	260	
3	198	22	143	77	78	142	92	128	220	
4	205	25	135	95	69	161	99	221	230	
5	180	10	97	93	42	148	72	118	190	

Referencias de Censos realizados: 1=2002; 2=2003; 3=2004; 4=2005; 5=2006

2.a. Teniendo en cuenta que el “babero gular” es una estructura que aparece en el macho, hipotetiza acerca del porcentaje de ellos en la población correspondiente a cada año del censo. Completa la siguiente tabla:

CENSO	N° TOTAL DEL INDIVIDUOS	Porcentaje de Machos Hipotético
1. Año 2002	280	
2. Año 2003	260	
3. Año 2004	220	
4. Año 2005	230	
5. Año 2006	190	

Figura 108. Ítem 2.a de la Actividad de aplicación N° 5

Ejemplos de respuesta dadas por los alumnos al ítem 2.a:

2.a. Teniendo en cuenta que el “babero gular” es una estructura que aparece en el macho, hipotetiza acerca del porcentaje de ellos en la población correspondiente a cada año del censo. Completa la siguiente tabla:

CENSO	N° TOTAL DEL INDIVIDUOS	Porcentaje de Machos Hipotético
1. Año 2002	280	40% ✓
2. Año 2003	260	41% ✓
3. Año 2004	220	42% ✓
4. Año 2005	230	43% ✓
5. Año 2006	190	38% ✓

2.a. Teniendo en cuenta que el “babero gular” es una estructura que aparece en el macho, hipotetiza acerca del porcentaje de ellos en la población correspondiente a cada año del censo. Completa la siguiente tabla:

CENSO	N° TOTAL DEL INDIVIDUOS	Porcentaje de Machos Hipotético
1. Año 2002	280	40% ✓
2. Año 2003	260	41% ✓
3. Año 2004	220	42% ✓
4. Año 2005	230	43% ✓
5. Año 2006	190	61% X

Por el contrario, la pregunta 2.b (Tabla 173) les causó mucha dificultad, y sólo 6 alumnos seleccionaron la respuesta correctamente. Aquí se hacen presentes las tres variables semióticas ya que deben comprender el problema, transferir conceptos, leer los valores de las variables y emitir una respuesta.

Tabla 173
Ítem 2.b de la Actividad de aplicación N° 5

2.b. El texto introductorio dice que: *el babero gular aparece de modo destacado en gorriones que habitan localidades tanto urbanas como rurales, pero donde la competencia por los recursos es mayor.* Teniendo en cuenta esta sentencia, **indica con una X** tu selección.

Los individuos que aparecen en la columna que indica que el Babero gular está restringido o nulo, son machos no competitivos	Los individuos que aparecen en la columna que indica que el Babero gular está restringido o nulo, son machos competitivos	Los individuos que aparecen en la columna que indica que el Babero gular está restringido o nulo, son machos con desventaja competitiva y hembras	Los individuos que aparecen en la columna que indica que el Babero gular está restringido o nulo, son machos competitivos y hembras
1	2	3	4

Completar la tabla que se requería en la pregunta 2.c. (Tabla 174) requería de diversas actividades. La mayor parte de los alumnos utilizaron la regla de tres simple para llenar las columnas con el número de individuos y el porcentaje derivado. Debieron releer la tabla inicial e inferir la cantidad de individuos sin características, para luego completar las últimas columnas. De las respuestas obtenidas, 14 alumnos las dieron correctamente.

Tabla 174
Ítem 2.c de la Actividad de aplicación N° 5

2.c. El estudio que has realizado arroja resultados interesantes, pues el porcentaje de la población que posee la combinación de características más frecuentes en los gorriones de zonas urbanas presenta una tendencia al aumento en el tiempo. En este caso no consideras la estructura “babero gular”. Completa con los cálculos correspondientes la tabla:

CENSO	N° total de individuos	Individuos con características “frecuentes en zonas urbanas”		Individuos sin características “frecuentes en zonas urbanas”	
		Porcentaje registrado	Número individuos	Porcentaje inferido	Número individuos
1. Año 2002	280	56 %			
2. Año 2003	260	52 %			
3. Año 2004	220	61 %			
4. Año 2005	230	68,5 %			
5. Año 2006	190	66,5 %			

Ejemplos de respuesta dadas por los alumnos al ítem 2.c:

2.c. El estudio que has realizado arroja resultados interesantes, pues el porcentaje de la población que posee la combinación de características más frecuentes en los gorriones de zonas urbanas presenta una tendencia al aumento en el tiempo. En este caso no consideras la estructura "babero gular". Completa con los cálculos correspondientes la tabla:

CENSO	N° total de individuos	Individuos con características "frecuentes en zonas urbanas"		Individuos sin características "frecuentes en zonas urbanas"	
		Porcentaje registrado	Número individuos	Porcentaje inferido	Número individuos
1. Año 2002	280	56 %	157 ✓	40% X	112 X
1. Año 2003	260	52 %	135 ✓	41% X	107 X
2. Año 2004	220	61 %	134 ✓	35% X	77 X
3. Año 2005	230	68,5 %	158 ✓	43% X	99 X
4. Año 2006	190	66,5 %	125 ✓	38% X	72 X

2.c. El estudio que has realizado arroja resultados interesantes, pues el porcentaje de la población que posee la combinación de características más frecuentes en los gorriones de zonas urbanas presenta una tendencia al aumento en el tiempo. En este caso no consideras la estructura "babero gular". Completa con los cálculos correspondientes la tabla:

CENSO	N° total de individuos	Individuos con características "frecuentes en zonas urbanas"		Individuos sin características "frecuentes en zonas urbanas"	
		Porcentaje registrado	Número individuos	Porcentaje inferido	Número individuos
1. Año 2002	280	56 %	157 ✓	44% ✓	123 ✓
1. Año 2003	260	52 %	135 ✓	48% ✓	125 ✓
2. Año 2004	220	61 %	134 ✓	39% ✓	86 ✓
3. Año 2005	230	68,5 %	158 ✓	31,5% ✓	72 ✓
4. Año 2006	190	66,5 %	126 ✓	33,5% ✓	64 ✓

La construcción de la RGC solicitada en la pregunta 2.d. (Figura 109) involucra el reconocimiento de los valores de las variables, su ubicación en los ejes correspondientes, como también la designación de los ejes. Además se debe realizar la *conversión* de los valores dados en la tabla, para representarlos en el plano cartesiano, y así dibujando la curva solicitada emitir la respuesta correcta. Se pueden evaluar, de este modo, las tres actividades semióticas analizadas. Tres alumnos no respondieron a este ítem, dejando en blanco la gradilla dada; 1 alumno no construyó la RGC solicitada, pero sí escribió el texto explicativo; 13 alumnos pudieron colocar etiquetas verbales a las variables y a las líneas construidas, y sólo 10 escribieron adecuadamente el texto explicativo sobre el análisis de la población de gorriones. Cuatro alumnos construyeron bien la RGC, aun cuando los datos que utilizaron estaban incorrectos en las tablas que debían completar en el ítem anterior. La mayor dificultad se observa no en la construcción de la RGC, sino en la expresión escrita del análisis que debían realizar de la situación planteada.

2.d. Representa los datos del número de individuos de la diversidad de la población de gorriones de zonas urbanas en una gráfica cartesiana de líneas y puntos. Para ello ten en cuenta:

1. Coloca etiquetas verbales a las variables
2. Establece los intervalos para ambas variables
3. Coloca etiquetas verbales a las líneas construidas con los datos
4. Escribe un sencillo texto explicativo sobre tu análisis, a partir de lo "observado, leído y registrado" de la población de gorriones comunes en las zonas urbanas. Ten en cuenta los datos aportados por los censos y las tendencias generales.

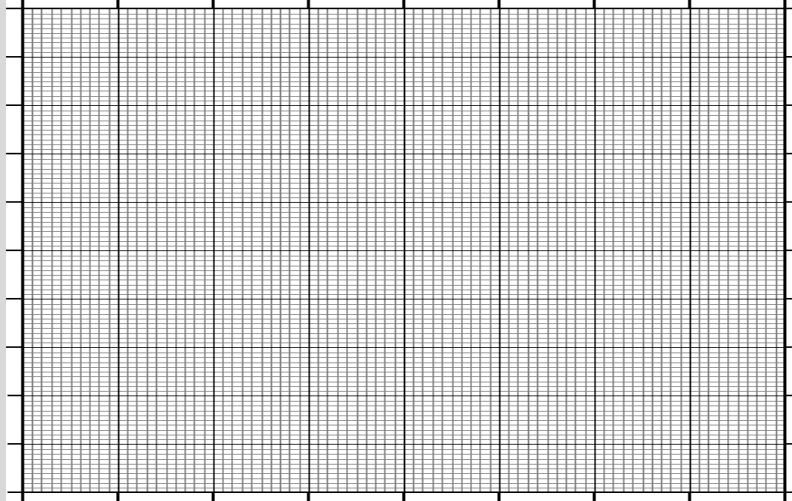
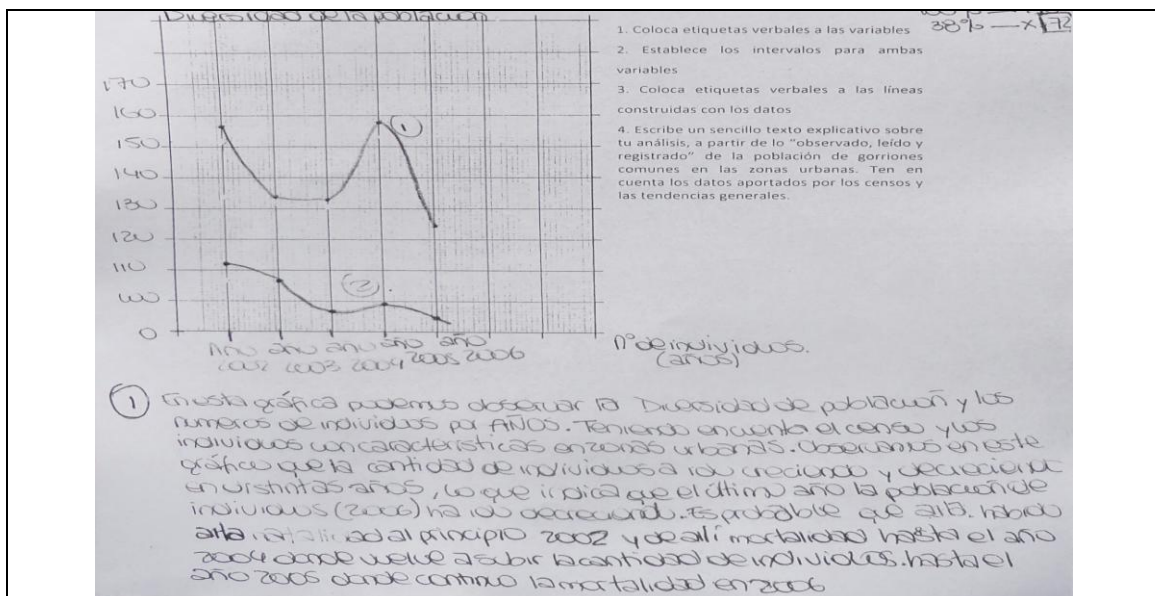
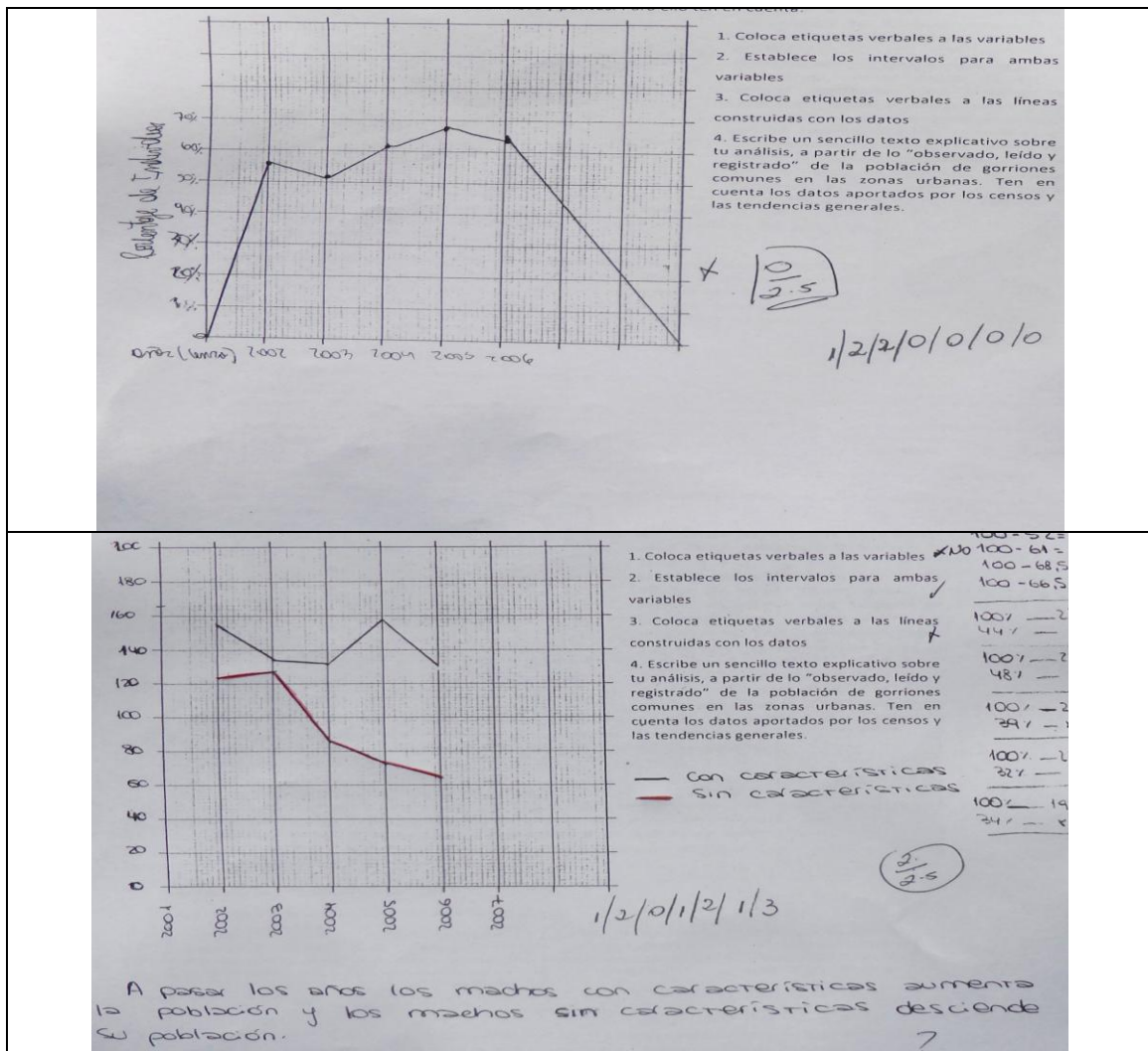


Figura 109. Ítem 2.d de la Actividad de aplicación N° 5

Ejemplos de respuesta dadas por los alumnos al ítem 2.d





Se muestran en la Figura 110, las frecuencias porcentuales de respuestas correctas e incorrectas para cada ítem observado.

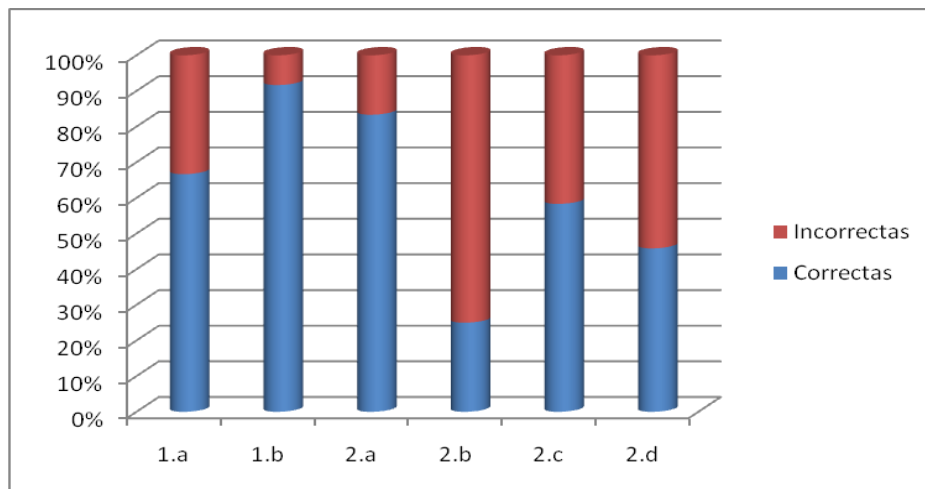


Figura 110. Resultados obtenidos en la Actividad N° 5 de la secuencia didáctica

Cabe destacar que en la Actividad N° 5, el ítem que les produjo mayor dificultad es el 2.b, en el cual debían seleccionar la respuesta correcta de cuatro posibles soluciones, integrando los contenidos presentados en la tabla de doble entrada respecto de la superficie del babero gular de estas aves, para luego realizar la conversión correspondiente que les permite abordar la elección correcta. En el ítem 2.d referido a la construcción de la RGC, también se observaron diversas dificultades en su resolución. De los 20 alumnos que construyeron la RGC de líneas y puntos, 4 alumnos sólo consideraron el número de individuos de gorriones con características frecuentes en zonas urbanas por lo cual sus gráficas no fueron comparativas (como se requería); 7 no colocaron las etiquetas verbales a las líneas construidas, y de los 16 alumnos que escribieron el texto explicativo que se solicitaba en la última consigna, sólo 6 lo resolvieron en forma adecuada justificando correctamente lo observado en la RGC construida.

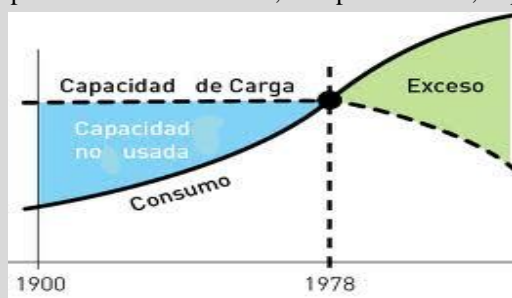
6.6.3 Evaluación trimestral

En el octavo y último encuentro de la secuencia didáctica, se completó la evaluación escrita a 25 alumnos de la división 4°3°, con un instrumento denominado “trimestral” (de aplicación obligatoria en el sistema educativo en Mendoza). El mismo (ver Anexo 9) consistió en una prueba de opción múltiple con 12 ítems para resolver de 4 opciones de respuestas (a, b, c y d) cada uno. La misma se propuso en función de los siguientes objetivos:

- 2- *Identificar, interpretar y analizar la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.*
- 3- *Analizar y comparar la estructura y dinámica de las poblaciones.*
- 5- *Interpretar variables que determinan el crecimiento y regulación de una población.*
- 6- *Resolver problemas que involucren RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.*
- 7- *Analizar los tipos de interacciones.*
- 9- *Identificar los cambios poblacionales a través del tiempo.*

En los ítems 1 y 2 (Figura 111), que evalúan los conceptos vinculados a la BP de “crecimiento poblacional” (capacidad reproductiva- resistencia ambiental), se presentó una RGC de líneas comparativas sobre la evolución del crecimiento de una hipotética población, durante 78 años. Se propician en este caso, las tres actividades semióticas a través de los indicadores: reconocimiento del comportamiento de las variables (*formación*), reconocimiento de patrones y tendencias, comprensión del problema y emisión de la respuesta (*tratamiento*), y establecimiento de la forma en que covarían las variables (*conversión*).

- 1- Una población presenta la siguiente curva de crecimiento. La evolución del crecimiento se representa durante 78 años, tiempo en el cuál, la población, presenta:



- Un crecimiento desacelerado.
- Un crecimiento exponencial.
- Una tasa de natalidad equilibrada con la tasa de mortalidad.
- Una tasa de natalidad mayor que la tasa de mortalidad.

2. Teniendo en cuenta el mismo gráfico anterior, ahora analizando la gráfica que representa la capacidad de carga, se puede decir que:

- En el año 1978 la capacidad de carga fue alcanzada en su punto máximo de tolerancia.
- En el año 1900 la capacidad de carga fue alcanzada en su punto máximo de tolerancia.
- A partir de 1978 se manifiesta un sostenimiento en el límite de la capacidad de carga.
- A partir del año 1978 se manifiesta un agotamiento de los recursos y disponibilidades que el ambiente puede soportar.

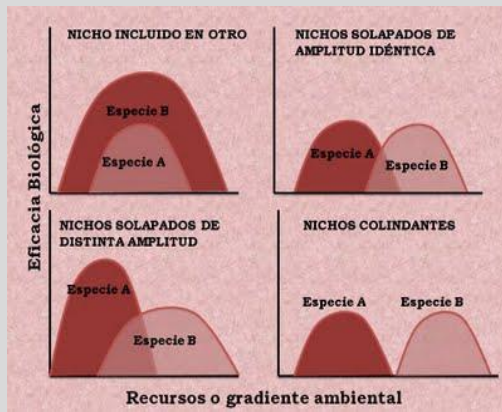
Son correctas:

a. I y III	b. II y IV	c. I y IV	d. II y III
------------	------------	-----------	-------------

Figura 111. Ítems 1 y 2 de la Evaluación Trimestral

Conceptos de “nicho ecológico” y “hábitat” son los involucrados en el ítem 3 (Figura 112), que presenta cuatro RGC de líneas comparativas con diferentes intersecciones de regiones que representan las especies A y B, relacionando los recursos ambientales con la eficacia biológica para cada caso: nicho incluido en otro, nichos solapados de amplitud idéntica, solapados de distinta amplitud, o nichos colindantes. Los alumnos en su resolución deberían comparar y reconocer el comportamiento de las variables, comprender el problema y emitir la respuesta adecuada.

3. Al observar la gráfica que aparece a continuación, podemos analizar que:

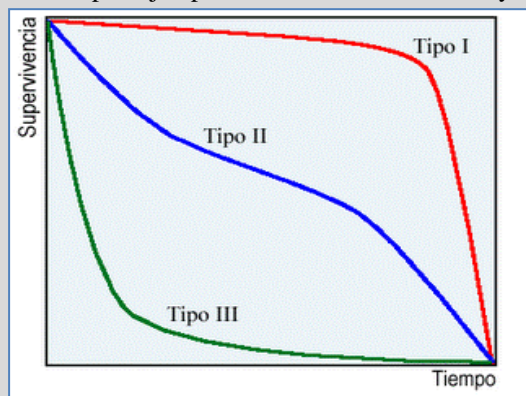


- Cuando la especie A está incluida en el nicho de la especie B, es menos eficaz biológicamente.
- La eficacia biológica está referida sólo a la actividad reproductiva.
- Los recursos ambientales son ampliamente aprovechados por la especie A.
- El nicho ecológico en esta gráfica es sinónimo de hábitat

Figura 112. Ítem 3 de la Evaluación Trimestral

El ítem 4 (Figura 113) presenta una RGC de líneas comparativas que vincula la supervivencia en función del tiempo, se trata de conceptos sobre crecimiento poblacional asociado a las tasas de mortalidad y natalidad. La actividad semiótica de *tratamiento* es la más representativa por los indicadores: reconocimiento del comportamiento de las variables y reconocimiento de patrones y tendencias. Se debe aclarar que aunque la RGC sea la misma que la presentada en el ítem 3 de la Evaluación parcial, las preguntas asociadas se refieren a la lectura de diferentes curvas.

4. El crecimiento poblacional depende de diversas relaciones, que pueden ser modelizadas, teniendo en cuenta por ejemplo, las tasas de natalidad y mortalidad, sin considerar las migraciones. Según se observa en el siguiente gráfico, la supervivencia en las poblaciones puede ser de tres tipos. El tipo II implica:



- Alta mortalidad en el final de la vida.
- Mortalidad constante durante toda la vida.
- Mortalidad elevada en las primeras etapas de la vida y reducida en las últimas.
- Mortalidad reducida en las primeras etapas de la vida y alta en las últimas.

Figura 113. Ítem 4 de la Evaluación Trimestral

El concepto central involucrado en el ítem 5 (Figura 114) es el de las interacciones interespecíficas y sus tipos.

5. Las hormigas se alimentan de sustancias azucaradas que segregan nectarios de muchas plantas tropicales, algunas mariposas tienen orugas que segregan gotas de sustancias químicas a través de glándulas de la parte posterior de su cuerpo y parece que esa sustancia agrada a las hormigas aún más que las secreciones de la planta. Por eso toleran la presencia de las orugas y las defienden de sus depredadores naturales. Lo curioso además es que, cuando las orugas se sienten atacadas, segregan una feromona que provoca la respuesta inmediata de las hormigas, que acuden rápidamente en su defensa.



una feromona que provoca la respuesta inmediata de las hormigas, que acuden rápidamente en su defensa.

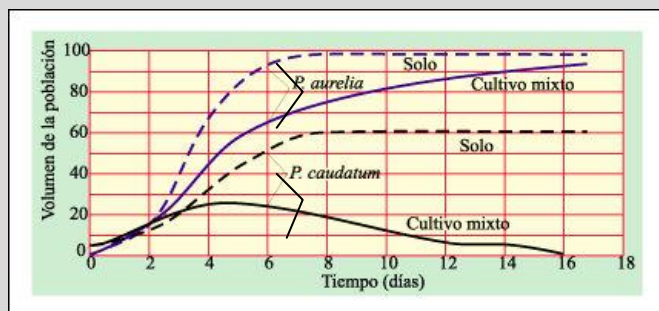
En este caso es una relación de:

- a. Competencia
- b. Mutualismo de dispersión
- c. Mutualismo de defensa
- d. Parasitismo

Figura 114. Ítem 5 de la Evaluación Trimestral

Aunque la mayoría de los alumnos respondieron correctamente al ítem 5, en el próximo ejercicio (ítem 6, Figura 115), que también trata sobre los tipos de interacciones, los alumnos presentaron confusión y dudas. La RGC propuesta relaciona el volumen de la población en función del tiempo de dos especies de protozoarios (*Paramecio caudatum* y *Paramecio Aurelia*). Se supone que consideraron ambos paramecios de la misma especie.

6. En el siguiente gráfico se observa la interacción de dos especies de protozoarios (*Paramecio caudatum* y *Paramecio Aurelia*), eucariotas y heterótrofos. Cuando se realizan cultivos mixtos, se observa:



- a. Predación
- b. Parasitismo
- c. Competencia intraespecífica
- d. Competencia interespecífica

Figura 115. Ítem 6 de la Evaluación Trimestral

Los ítems 7, 8 y 9 (Tabla 175) se refieren a los conceptos sobre éxito reproductivo, alimento capacidad ambiental, interacciones comunitarias, comportamiento y crecimiento poblacional asociado en este caso a la población de gorriones.

Tabla 175
Ítems 7, 8 y 9 de la Evaluación Trimestral

7. El gorrión común (*Passer domesticus*) es un ave de amplia y antigua relación con el ser humano. La población de gorriones, está constituida por una serie de subpoblaciones. Cada una de ellas tiene una probabilidad de nacimientos y una probabilidad de muerte. Por ello, una subpoblación puede ser capaz de mejorar su éxito reproductivo, migrando. De entre las razones de migración, está la alimentación, conseguir fuentes de proteínas es esencial porque:

- a. La inmunidad y la muda requieren de aminoácidos.
- b. Intervienen en la formación de la cáscara del huevo.
- c. Influyen en el funcionamiento renal.
- d. Determinan directamente, la capacidad de construcción del nido.

8. De diversos estudios resueltos en los procesos de nidificación, algunos de los estudios indicó que, la nidificación de los gorriones:

- a. aumentó aun cuando la superficie de bosques se conservó.
- b. disminuyó aun cuando la superficie de bosques se conservó.
- c. aumentó aun cuando la superficie de bosques disminuyó.
- d. disminuyó aun cuando la superficie de bosques aumentó.

9. Algunas hembras de gorrión común, colocan sus huevos en nidos ajenos. En este caso se observa un caso de:

- a. Parasitismo interespecífico
- b. Invasión de incubación
- c. Parasitismo intraespecífico
- d. Perturbación de crianza

Las características adaptativas y corporales referidas por ejemplo a los picos, colas y alas de los gorriones se vinculan estrechamente al éxito reproductor, especialmente en los machos de esta especie de aves. En general la falta de babero gular o su escaso desarrollo aumenta la frecuencia de « machos flotantes », sin posibilidad de obtener un lugar para nidificar, en este caso se tornan no competitivos. Las mencionadas características se visualizan en los ítems 10, 11 y 12 (Tabla 176).

Tabla 176
Ítems 10, 11 y 12 de la Evaluación Trimestral

10. Los gorriones urbanos presentan características corporales marcadas y diferentes a los que habitan en la zona rural. En este caso presentan alas cortas y redondeadas, y colas largas para favorecer vuelos:

- a. con poco gasto energético.
- b. cortos con mayor aceleración y maniobrabilidad.
- c. largos con ahorro energético.
- d. largos con mayor aceleración y maniobrabilidad.

11. El gorrión común del área urbana, en general presenta un pico adaptado a una alimentación granívora. En este caso, el pico es:

- a. Menos grueso y con mayor volumen, que la diversidad de ámbito rural
- b. Más grueso y con mayor volumen, que la diversidad de ámbito rural
- c. Menos grueso y con menor volumen, que la diversidad de ámbito rural
- d. Más grueso y con menor volumen, que la diversidad de ámbito rural

12. El babero gular es una formación en el plumaje que aparece de color oscuro y en general abarca

una superficie importante, en los machos. En este caso, si los individuos no lo poseen, son machos:

- a. no competitivos
- b. con desventaja competitiva
- c. competitivos
- d. con superioridad competitiva

La Figura 116 sintetiza las frecuencias de aciertos obtenidas por los estudiantes para cada uno de los ítems analizados.

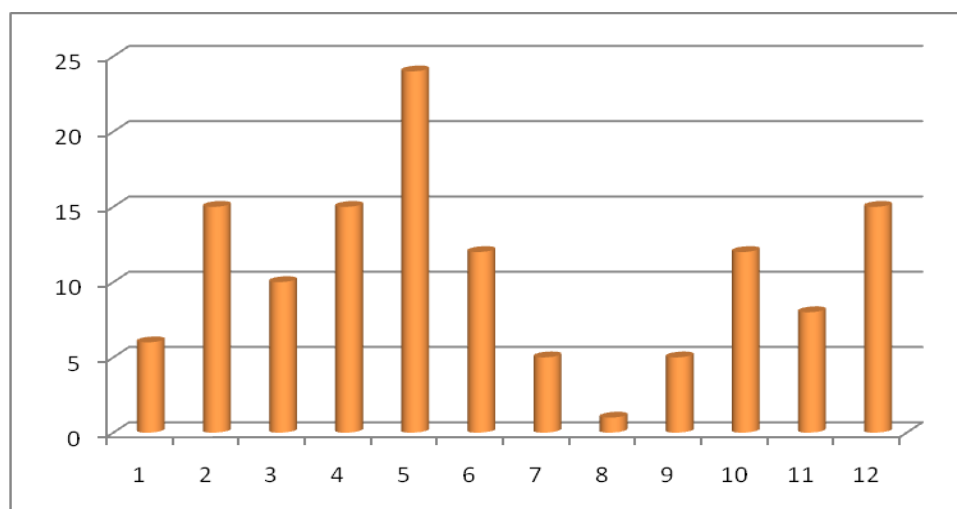


Figura 116. Frecuencias de aciertos obtenidas en la evaluación trimestral

El ítem 8 referido al aumento o disminución de la nidificación de los gorriones relativa a la superficie de bosques, fue el de menor frecuencia de aciertos. Los ítems 1, 3, 4 y 6 que se definieron en base a preguntas relativas a RGC específicas no presentaron altas frecuencias de respuestas correctas. La moda, en este caso correspondió al ítem 5, relativo al concepto “interacciones interespecíficas”.

A fin de contrastar la eficacia de la Secuencia didáctica aplicada, el día 7 de junio de 2013 se aplicó el instrumento Postest a los 21 alumnos presentes de la división 4°3° y a los 20 alumnos presentes de 4°5°, del mencionado establecimiento educativo. Con este último instrumento de evaluación se completó la aplicación de la Secuencia didáctica, cuyos resultados se desarrollarán en el Capítulo 7.

6.7 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se expone una intervención didáctica, conformada por un cuestionario Pretest-Postest, una Secuencia didáctica e Instrumentos de evaluación (Fig.117).

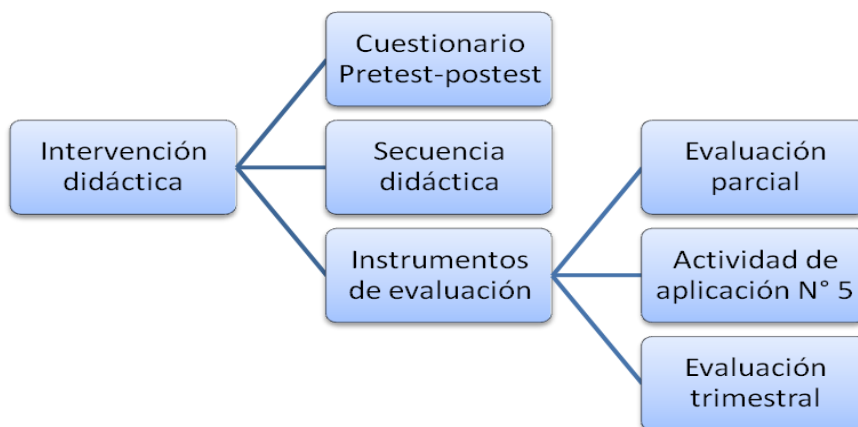


Figura 117. Descripción de la Intervención Didáctica

Respecto al cuestionario Pretest-Postest, consta de 17 cuestiones, con 3 ítems cada una de ellas, lo que hace un total de 51 ítems. Tiene buenas características psicométricas (Alfa de Cronbach: 0,761) y fue el resultado de un proceso de validación en el que participaron 7 expertos internacionales en la materia. Este cuestionario fue aplicado a dos grupos de estudiantes de 4º curso de Educación Secundaria, grupo experimental (4º3º) y grupo control (4º5º), para evaluar los efectos de la Secuencia Didáctica.

La Secuencia Didáctica fue aplicada al grupo experimental (4º3º), como también los instrumentos de evaluación que acompañaron a la misma.

La Secuencia Didáctica consta de 14 textos relacionados con el gorrión común (*Passer domesticus*) y 4 actividades de aplicación, a través de los cuales los estudiantes interactúan con un total de 20 RGC y resuelven 53 ítems (Tabla 177). Fue desarrollada en 6 sesiones entre mayo y junio de 2013, en un contexto natural de aula por su propia profesora de la asignatura de Biología.

Los instrumentos de evaluación que se usaron para un seguimiento de la Secuencia didáctica fueron tres: una Evaluación parcial, una Actividad de aplicación N° 5 y una Evaluación Trimestral (Tabla 177). La Evaluación parcial se aplicó entre la primera y segunda parte de la Secuencia didáctica, contó con 5 RGC y 8 ítems para resolver, relacionados a conceptos básicos de BP. La Actividad de aplicación N° 5 se propuso a modo de integración conceptual de la Secuencia didáctica, para lo cual se propuso un texto referido a características específicas del gorrión común (*Passer domesticus*), 1 RGC y 6 ítems a resolver. La Evaluación trimestral contó con 7 RGC y 12 ítems vinculados a los conceptos abordados de BP.

Tabla 177
Cantidad de textos, RGC e ítems de los instrumentos de la intervención didáctica

Intervención didáctica			
	Textos	RGC	Ítems
Cuestionario Pretest-Postest	1	1	17
Secuencia didáctica	14	20	53
Evaluación parcial	0	5	8
Actividad de aplicación N° 5	1	1	6
Evaluación Trimestral	0	7	12

Los instrumentos de evaluación demostraron que los problemas mayores de los estudiantes durante el desarrollo de la Secuencia didáctica estaban relacionados con:

- La identificación, interpretación y análisis de la información proveniente de RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.
- La resolución de problemas que involucren RGC, vinculadas a conceptos de BP.
- La construcción de RGC referidas a conceptos de dinámica poblacional.

En el siguiente capítulo se exponen los resultados referidos a la aplicación del instrumento Pretest-Postest a los alumnos del mencionado establecimiento educativo, es decir, se evalúan los efectos producidos por la Intervención didáctica en el grupo experimental (4° 3°) frente al grupo control (4°5°).

Capítulo 7

Evaluación de los efectos de la intervención didáctica

La vida, para mi, no es una vela que se apaga.
Es más bien una espléndida antorcha
que sostengo en mis manos durante un momento,
y quiero que arda con la máxima claridad posible
antes de entregarla a futuras generaciones.
George Bernard Shaw

7.1 Introducción

En este capítulo se evalúan los efectos de la Intervención Didáctica, analizando las actividades semióticas que se favorecieron con la aplicación de la Secuencia Didáctica y las actividades de evaluación a los alumnos del mencionado establecimiento educativo. Es de suponer que una intervención realizada en pocos encuentros no sea suficiente para adquirir con mayor profundidad capacidades vinculadas al quehacer semiótico, sin embargo la intención que se pretendió fue la de lograr que los estudiantes relacionaran conceptos de dos asignaturas (Biología y Matemática), un objetivo hasta el momento escaso en el desarrollo actual de esas asignaturas impartidas en ese nivel de escolaridad.

El diseño experimental aplicado es un diseño cuasiexperimental del tipo pretest-postest con grupo de control no equivalente, dado que la regla de asignación a los grupos no es conocida, pues se trata de grupos ya formados. Es uno de los diseños más utilizados en Ciencias Sociales. Podría simbolizarse como (Cook y Campbell, 1979):

$$\frac{O_1 \quad X \quad O_2}{O_1 \quad O_2}$$

Donde se indica que hay dos grupos, uno, el grupo experimental, referido en la parte superior de la línea de puntos que ha experimentado tratamiento X. El segundo grupo, llamado grupo control, referido en la parte inferior de la línea, no experimenta tratamiento alguno.

En la primera parte de este capítulo se describen los resultados de las actividades semióticas antes de la aplicación de la Secuencia Didáctica (O_1); luego, en la segunda parte, los resultados una vez que ya ha sido aplicada (O_2); en los apartados restantes, por

último, se presenta un estudio estadístico realizado con el SPSS IBM Statistics 20.0 para analizar la significación poblacional de las diferencias encontradas antes y después de la aplicación de la secuencia didáctica (diferencias entre O_1 y O_2).

A fin de analizar la aplicación del instrumento Pretest-Postest se utilizaron las 17 variables definidas para cada uno de los ítems propuestos (Tabla 178), y luego se ingresaron al paquete estadístico SPSS, con la intención de realizar su estudio estadístico descriptivo.

Tabla 178

Número de ítem y variables definidas en el instrumento Pretest- Postest, para usar en el programa SPSS

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	
Variable	val	rel	comp	valos	eje	inte	cach	pob	
Ítem	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Variable	proa	dens	denpo	denco	porc	doble	texto	migr	fenol

La Tabla 179 muestra las fechas y número de alumnos que cumplimentaron el cuestionario de evaluación en instancias de Pretest y Postest. El número de cuestionarios útiles se vio reducido a 17 en el grupo experimental tras aplicar el criterio de selección de haber cumplimentado el cuestionario tanto en instancia de pretest como de postest, y simultáneamente, haber participado regularmente en la intervención didáctica. En el caso del grupo control, el criterio de selección fue únicamente el primero, lo que implicó que la muestra en este grupo fuera de 20 estudiantes.

Tabla 179

Fechas y cantidad de alumnos presentes en el Pretest y Postest

	Pretest	Postest	Útiles
Fechas	19 de abril de 2013	07 de junio de 2013	
GRUPO CONTROL (4°5°)	26	20	20
GRUPO EXPERIMENTAL (4°3°)	20	21	17

7.2 Resultados del instrumento Pretest

A continuación, se exponen los resultados de la aplicación del instrumento de evaluación en instancia de Pretest, en primer lugar, de los 20 estudiantes del grupo control, y posteriormente, de los 17 del grupo experimental. Se organizan los resultados según las actividades ligadas a la semiosis de *formación, tratamiento y conversión*.

7.2.1 Pretest en el Grupo Control

Con la información organizada en matrices se realizó un estudio cuantitativo, calculando las frecuencias porcentuales, los parámetros de centralización y desviación

estándar, de cada uno de los ítems resueltos por los 20 alumnos del grupo control que asistieron a ambas instancias, los 6 alumnos restantes no se consideraron en este análisis. Los resultados para la actividad semiótica de *formación* se muestran en la Tabla 180.

- Para la actividad de *formación*

Tabla 180

Resultados de la aplicación del Pretest en el grupo control para la actividad semiótica de formación (N=20)

Ítem	Variables	Frecuencia absoluta porcentual			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
1	val a	10%	0%	90%	3	3	2,81	0,602
	val b	40%	30%	30%	2	1	1,81	0,814
	val c	90%	5%	5%	1	1	1,14	0,478
2	rel a	35%	50%	15%	2	2	1,71	0,644
	rel b	40%	50%	10%	2	2	1,62	0,590
	rel c	15%	65%	20%	2	2	2,10	0,625
3	comp a	50%	30%	20%	1	1	1,67	0,796
	comp b	35%	5%	60%	3	3	2,29	0,956
	comp c	65%	30%	5%	1	1	1,38	0,590
4	valos a	10%	70%	20%	2	2	2,14	0,573
	valos b	25%	60%	15%	2	2	1,86	0,655
	valos c	45%	30%	25%	2	1	1,90	0,831
5	eje a	60%	25%	15%	1	1	1,52	0,750
	eje b	30%	40%	30%	2	2	1,95	0,805
	eje c	20%	20%	60%	3	3	2,43	0,811
6	inte a	35%	50%	15%	2	2	1,76	0,700
	inte b	30%	60%	10%	2	2	1,71	0,561
	inte c	10%	45%	45%	2	2	2,43	0,598
7	cach a	40%	30%	30%	2	1	1,86	0,854
	cach b	45%	30%	25%	2	1	1,76	0,768
	cach c	35%	30%	35%	2	1	1,95	0,865
8	pob a	50%	40%	10%	1	1	1,57	0,676
	pob b	30%	20%	50%	3	3	2,24	0,889
	pob c	60%	10%	30%	1	1	1,57	0,870
9	proa a	25%	50%	25%	2	2	2,00	0,775
	proa b	20%	60%	20%	2	2	1,86	0,573
	proa c	30%	50%	20%	2	2	1,86	0,727

Para evaluar estos resultados se comparan los valores obtenidos de las medianas y los valores correctos determinados para cada variable, lo que se visualiza en la Tabla 181, y en la cual se remarca con color gris los casos de coincidencia.

Tabla 181

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Pretest en el grupo control, para la actividad de formación (N= 20)

Ítem	VARIABLES	Mediana	Valor correcto
1	val a	3	1
	val b	2	3
	val c	1	1
2	rel a	2	1
	rel b	2	1
	rel c	2	3
3	comp a	1	1
	comp b	3	3
	comp c	1	1
4	valos a	2	3
	valos b	2	1
	valos c	2	3
5	eje a	1	1
	eje b	2	1
	eje c	3	3
6	inte a	2	3
	inte b	2	1
	inte c	2	1
7	cach a	2	1
	cach b	2	1
	cach c	2	1
8	pob a	1	1
	pob b	3	3
	pob c	1	1
9	proa a	2	3
	proa b	2	1
	proa c	2	1

Se observa que para las variables **val c**, **comp a**, **comp b**, **comp c**, **eje a**, **eje c**, **pob a**, **pob b** y **pob c**, los valores de sus medianas coinciden con los valores correctos. La Tabla 182 muestra la media de porcentajes de aciertos marcados en “negrita” en la Tabla 180 y su promedio final es del 38,15%.

Tabla 182

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo control, en la actividad de formación (N= 20)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
1	val	1-3-1	43,33%
2	rel	1-1-3	31,66%
3	comp	1-3-1	58,33%
4	valos	3-1-3	23,33%
5	eje	1-1-3	50,00%
6	inte	3-1-1	18,33%
7	cach	1-1-1	40,00%
8	pob	1-3-1	53,33%
9	proa	3-1-1	25,00%
			Promedio 38,15%

- Para la actividad de *tratamiento*

De similar manera que en la actividad de *formación*, se obtuvieron los resultados de las frecuencias porcentuales (Tabla 183), parámetros de centralización y desviación estándar para la actividad de *tratamiento*.

Tabla 183

Resultados de la aplicación del Pretest al grupo control para la actividad de tratamiento (N=20)

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
10	dens a	30%	50%	20%	2	2	1,95	0,740
	dens b	25%	50%	25%	2	2	2,00	0,775
	dens c	35%	45%	20%	2	2	1,81	0,750
11	denpo a	35%	30%	35%	2	1	1,95	0,865
	denpo b	15%	25%	60%	3	3	2,38	0,805
	denpo c	60%	30%	10%	1	1	1,48	0,680
12	denco a	55%	30%	15%	1	1	1,57	0,746
	denco b	60%	25%	15%	1	1	1,52	0,750
	denco c	25%	40%	35%	2	2	2,05	0,805
13	porc a	45%	25%	30%	2	1	1,81	0,873
	porc b	45%	10%	45%	2	3	2,05	0,973
	porc c	30%	30%	40%	2	3	2,10	0,831
14	doble a	35%	55%	20%	2	2	1,81	0,750
	doble b	20%	50%	30%	2	2	2,05	0,740
	doble c	25%	35%	40%	2	3	2,19	0,814

Los valores de las medianas que coinciden con los valores correctos se marcan en gris en la tabla 184.

Tabla 184

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Pretest al grupo control, para la actividad de tratamiento (N= 20)

Ítem	Variables	Mediana	Valor correcto
10	dens a	2	3
	dens b	2	1
	dens c	2	1
11	denpo a	2	1
	denpo b	3	1
	denpo c	1	1
12	denco a	1	1
	denco b	1	1
	denco c	2	1
13	porc a	2	1
	porc b	2	3
	porc c	2	3
14	doble a	2	1
	doble b	2	3
	doble c	2	3

En estos ítems referidos al *tratamiento*, hay coincidencia entre la mediana y el valor correcto para las variables **denpo c**, **denco a** y **denco b**, que se vinculan al indicador sobre el reconocimiento de escalas, patrones y tendencias. El promedio de porcentajes de aciertos es de 37,67% para esta actividad (Tabla 185).

Tabla 185

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo control, en la actividad de tratamiento(N= 20)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
10	dens	3-1-1	26,67%
11	denpo	1-1-1	36,67%
12	denco	1-1-1	46,67%
13	porc	1-3-3	43,33%
14	doble	1-3-3	35,00%
			Promedio 37,67%

- Para la actividad de *conversión*

Los resultados obtenidos de las frecuencias porcentuales, parámetros de centralización y desviación estándar para la actividad de *conversión* se muestran en la Tabla 186.

Tabla 186

Resultados de la aplicación del Pretest al grupo control para la actividad de conversión (N= 20)

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
15	texto a	25%	35%	40%	2	3	2,19	0,814
	texto b	35%	35%	30%	2	1	1,90	0,831
	texto c	55%	40%	5%	1	1	1,48	0,602
16	migr a	35%	45%	20%	2	2	1,90	0,768
	migr b	30%	60%	10%	2	2	1,76	0,625
	migr c	25%	60%	15%	2	2	1,86	0,655
17	fenol a	40%	40%	20%	2	2	1,81	0,750
	fenol b	35%	50%	15%	2	2	1,76	0,700
	fenol c	45%	35%	20%	2	1	1,81	0,814

En las Tablas 187 y 188 se muestran los valores coincidentes de las medianas obtenidas con el valor correcto y sus promedios.

Tabla 187

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento Pretest al grupo control, para la actividad de conversión (N= 20)

Ítem	Variabes	Mediana	Valor correcto
15	texto a	2	3
	texto b	2	1
	texto c	1	1
16	migr a	2	3
	migr b	2	1
	migr c	2	1
17	fenol a	2	1
	fenol b	2	1
	fenol c	2	3

Se observa que sólo hay coincidencia con las medianas obtenidas y el valor correcto, para la variable **texto c**, el promedio de porcentajes de aciertos para esta actividad semiótica es del 33,33%.

Tabla 188

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo control, en la actividad de conversión (N= 20)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
15	texto	3-1-1	43,33%
16	migr	3-1-1	25,00%
17	fenol	1-1-3	31,67%
			Promedio 33,33 %

En síntesis, en la aplicación del Pretest al grupo control, la media de porcentajes de aciertos para cada una de las actividades ligadas a la semiosis, se muestra en la Tabla 189.

Tabla 189

Media de porcentajes de aciertos en el Pretest del grupo control, para cada actividad semiótica (N=20)

Actividad semiótica	Media de porcentaje de aciertos
Formación	38,15%
Tratamiento	37,67%
Conversión	33,33%

7.2.2 Pretest en el Grupo Experimental

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento Pretest a los 17 alumnos de la división 4º3º (grupo experimental), los cuales fueron seleccionados porque cumplieron tanto el Pretest, el Postest, y además asistieron al

80% de las sesiones de la Intervención Didáctica.

- Para la actividad de *formación*

Con la información organizada en matrices se realizó un estudio cuantitativo, calculando frecuencias porcentuales, parámetros de centralización (media, moda y mediana) y desviación estándar de cada uno de los ítems vinculados a la *formación* (Tabla 190).

Tabla 190
Resultados de la aplicación del Pretest en el grupo experimental para la actividad semiótica de formación (N=17)

Ítem	Variables	Frecuencia absoluta porcentual			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
1	val a	18%	6%	76%	3	3	2,59	0,795
	val b	41%	47%	11%	2	2	1,76	0,664
	val c	53%	41%	6%	1	1	1,53	0,624
2	rel a	30%	47%	24%	2	2	1,94	0,748
	rel b	60%	18%	24%	1	1	1,59	0,870
	rel c	30%	24%	47%	2	3	2,29	0,849
3	comp a	47%	24%	30%	2	1	1,76	0,903
	comp b	24%	18%	60%	3	3	2,41	0,870
	comp c	60%	24%	18%	1	1	1,47	0,717
4	valos a	18%	11%	70%	3	3	2,59	0,795
	valos b	76%	11%	11%	1	1	1,24	0,562
	valos c	18%	11%	70%	3	3	2,59	0,795
5	eje a	65%	24%	11%	1	1	1,35	0,606
	eje b	24%	24%	53%	3	3	2,29	0,849
	eje c	24%	30%	47%	2	3	2,35	0,786
6	inte a	53%	24%	24%	1	1	1,65	0,862
	inte b	53%	24%	24%	1	1	1,59	0,795
	inte c	30%	24%	47%	2	3	2,29	0,849
7	cach a	35%	11%	53%	3	3	2,18	0,951
	cach b	60%	18%	24%	1	1	1,65	0,862
	cach c	41%	24%	35%	2	1	1,88	0,928
8	pob a	47%	11%	41%	2	1	1,88	0,993
	pob b	35%	24%	41%	2	3	2,12	0,928
	pob c	82%	11%	6%	1	1	1,18	0,529
9	proa a	30%	53%	18%	2	2	1,88	0,697
	proa b	30%	47%	24%	2	2	1,94	0,748
	proa c	41%	30%	30%	2	1	1,76	0,831

Para evaluar estos resultados se comparan los valores obtenidos de las medianas y los valores correctos determinados para cada variable, lo que se visualiza en la Tabla 191, y en la cual se remarca con color gris los casos de coincidencia.

Tabla 191

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Pretest en el grupo experimental, para la actividad de formación (N= 17)

Ítem	VARIABLES	Mediana	Valor correcto
1	val a	3	1
	val b	2	3
	val c	1	1
2	rel a	2	1
	rel b	1	1
	rel c	2	3
3	comp a	2	1
	comp b	3	3
	comp c	1	1
4	valos a	3	3
	valos b	1	1
	valos c	3	3
5	eje a	1	1
	eje b	3	1
	eje c	2	3
6	inte a	1	3
	inte b	1	1
	inte c	2	1
7	cach a	3	1
	cach b	1	1
	cach c	2	1
8	pob a	2	1
	pob b	2	3
	pob c	1	1
9	proa a	2	3
	proa b	2	1
	proa c	2	1

Se observa que para las variables **val c**, **rel b**, **comp b**, **comp c**, **valos a**, **valos b**, **valos c**, **eje a**, **inte b**, **cach b** y **pob c**, los valores de sus medianas coinciden con los valores correctos. La Tabla 192 muestra la media de porcentajes de aciertos marcados en “negrita” en la Tabla 190 y su promedio final es del 47, 82%.

Tabla 192

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo experimental, en la actividad de formación (N=17)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
1	val	1-3-1	28,34%
2	rel	1-1-3	45,67%
3	comp	1-3-1	57,67%
4	valos	3-1-3	72,00%
5	eje	1-1-3	47,34%
6	inte	3-1-1	35,67%
7	cach	1-1-1	58,34%
8	pob	1-3-1	55,67%
9	proa	3-1-1	29,67%
			Promedio 47,82%

- Para la actividad de *tratamiento*

De similar manera que en la actividad de *formación*, se obtuvieron los resultados de las frecuencias porcentuales (Tabla 193), parámetros de centralización y desviación estándar para la actividad de *tratamiento*.

Tabla 193

Resultados de la aplicación del Pretest al grupo experimental para la actividad de tratamiento (N=17)

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
10	dens a	41%	35%	24%	2	1	1,82	0,809
	dens b	35%	47%	18%	2	2	1,82	0,728
	dens c	41%	41%	18%	2	1	1,76	0,752
11	denpo a	47%	35%	18%	2	1	1,65	0,786
	denpo b	11%	11%	76%	3	3	2,65	0,702
	denpo c	76%	24%	0%	1	1	1,18	0,393
12	denco a	60%	18%	24%	1	1	1,59	0,870
	denco b	65%	18%	18%	1	1	1,47	0,800
	denco c	11%	24%	65%	3	3	2,41	0,795
13	porc a	76%	0%	17,2%	1	1	1,35	0,786
	porc b	30%	18%	53%	3	3	2,29	0,920
	porc c	18%	30%	53%	3	3	2,41	0,795
14	doble a	41%	60%	0%	2	2	1,53	0,514
	doble b	30%	41%	30%	2	2	2,00	0,791
	doble c	30%	30%	41%	2	3	2,24	0,831

Los valores de las medianas que coinciden con los valores correctos se marcan en gris en la tabla 194.

Tabla 194

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Pretest al grupo experimental, para la actividad de tratamiento (N= 17)

Ítem	Variables	Mediana	Valor correcto
10	dens a	2	3
	dens b	2	1
	dens c	2	1
11	denpo a	2	1
	denpo b	3	1
	denpo c	1	1
12	denco a	1	1
	denco b	1	1
	denco c	3	1
13	porc a	1	1
	porc b	3	3
	porc c	3	3
14	doble a	2	1
	doble b	2	3
	doble c	2	3

En estos ítems referidos al *tratamiento*, sólo hay coincidencia entre las medianas y el valor correcto para las variables **denpo c**, **denco a**, **denco b**, **porc a**, **porc b** y **porc c**, que se vinculan a los indicadores sobre el reconocimiento de escalas, patrones y tendencias. El promedio de porcentajes de aciertos es de 44,3% para esta actividad (Tabla 195).

Tabla 195

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo experimental, en la actividad de tratamiento(N=17)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
10	dens	3-1-1	33,33%
11	denpo	1-1-1	44,66%
12	denco	1-1-1	45,33%
13	porc	1-3-3	60,66%
14	doble	1-3-3	37,33%
			Promedio 44,3%

- Para la actividad de *conversión*

Los resultados obtenidos de las frecuencias porcentuales, parámetros de centralización y desviación estándar para la actividad de *conversión* se muestran en la Tabla 196.

Tabla 196

Resultados de la aplicación del Pretest al grupo experimental para la actividad de conversión (N= 17)

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
15	texto a	35%	30%	35%	2	3	2,06	0,899
	texto b	30%	18%	53%	3	3	2,29	0,920
	texto c	65%	18%	18%	1	1	1,47	0,800
16	migr a	11%	76%	11%	2	2	2,12	0,485
	migr b	11%	70%	18%	2	2	2,06	0,556
	migr c	35%	41%	24%	2	2	1,88	0,781
17	fenol a	41%	35%	24%	2	1	1,71	0,772
	fenol b	35%	41%	24%	2	2	1,88	0,781
	fenol c	41%	24%	35%	2	1	2,00	0,935

En las Tablas 197 y 198 se muestran los valores coincidentes de las medianas obtenidas con el valor correcto y sus promedios.

Tabla 197

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento Pretest al grupo experimental, para la actividad de conversión (N= 17)

Ítem	Variables	Mediana	Valor correcto
15	texto a	2	3
	texto b	3	1
	texto c	1	1
16	migr a	2	3
	migr b	2	1
	migr c	2	1
17	fenol a	2	1
	fenol b	2	1
	fenol c	2	3

Se observa que la única variable coincidente en su mediana y el valor correcto es **textoc**, la misma esta referida al indicador transferencia de conceptos, y el promedio de porcentajes de aciertos para esta actividad semiótica es del 33,3%.

Tabla 198

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Pretest del grupo experimental, en la actividad de conversión (N=17)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
15	texto	3-1-1	43,33%
16	migr	3-1-1	19,00%
17	fenol	1-1-3	37,00%
			Promedio 33,3%

En síntesis, en la aplicación del Pretest al grupo experimental, la media de porcentajes de aciertos para cada una de las actividades semióticas se muestra en la Tabla 199.

Tabla 199

Media de porcentajes de aciertos en el Pretest del grupo experimental, para cada actividad ligada a la semiosis (N=17)

Actividad semiótica	Media de porcentaje de aciertos
Formación	47,80%
Tratamiento	44,30%
Conversión	33,30%

7.3 Resultados del instrumento Postest

A continuación, se exponen los resultados de la aplicación del instrumento de evaluación en instancia de Postest, en primer lugar, de los 20 estudiantes del grupo control, y posteriormente, de los 17 del grupo experimental. Se organizan los resultados

según las actividades ligadas a la semiosis de *formación, tratamiento y conversión*.

7.3.1 Postest en el Grupo Control

- Para la actividad de *formación*

La Tabla 200 muestra los resultados de las frecuencias porcentuales, medidas de tendencia central (media, moda y mediana) y desviación estándar obtenidas en la aplicación del Postest al Grupo control, para la actividad de *formación*.

Tabla 200

Resultados de la aplicación del Postest en el grupo control para la actividad semiótica de formación (N=20)

Ítem	Variables	Frecuencia absoluta porcentual			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
1	val a	30%	10%	60%	3	3	2,24	0,944
	val b	55%	20%	25%	1	1	1,67	0,856
	val c	60%	25%	15%	1	1	1,52	0,750
2	rel a	45%	30%	25%	2	1	1,76	0,831
	rel b	30%	50%	20%	2	2	1,81	0,680
	rel c	20%	60%	20%	2	2	1,76	0,831
3	comp a	45%	20%	35%	2	1	1,81	0,873
	comp b	40%	25%	35%	2	1	2,00	0,894
	comp c	30%	30%	40%	2	3	2,05	0,865
4	valos a	35%	45%	20%	2	2	1,90	0,768
	valos b	45%	35%	20%	2	1	1,71	0,784
	valos c	20%	55%	25%	2	2	1,90	0,700
5	eje a	45%	20%	35%	2	1	1,95	0,921
	eje b	55%	20%	25%	1	1	1,67	0,856
	eje c	35%	25%	40%	2	3	2,10	0,889
6	inte a	35%	35%	30%	2	1	1,90	0,831
	inte b	30%	25%	45%	2	3	2,19	0,814
	inte c	60%	25%	15%	1	1	1,57	0,746
7	cach a	35%	30%	35%	2	1	1,90	0,831
	cach b	30%	50%	20%	2	2	1,81	0,750
	cach c	40%	30%	30%	2	1	2,14	0,854
8	pob a	50%	20%	30%	1	1	1,86	0,854
	pob b	35%	35%	30%	2	1	2,00	0,837
	pob c	50%	40%	10%	1	1	1,52	0,602
9	proa a	40%	30%	30%	2	1	1,86	0,854
	proa b	30%	40%	30%	2	2	1,95	0,805
	proa c	45%	30%	25%	2	1	1,76	0,831

Para evaluar estos resultados se utilizan como referencia los valores correctos determinados para cada uno de los valores de las variables, lo que se visualiza en la Tabla 201, y en la cual se remarca con color gris los casos de coincidencia.

Tabla 201

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Postest al grupo control, para la actividad de formación (N=20)

Ítem	VARIABLES	Mediana	Valor correcto
1	val a	3	1
	val b	1	3
	val c	1	1
2	rel a	2	1
	rel b	2	1
	rel c	2	3
3	comp a	2	1
	comp b	2	3
	comp c	2	1
4	valos a	2	3
	valos b	2	1
	valos c	2	3
5	eje a	2	1
	eje b	1	1
	eje c	2	3
6	inte a	2	3
	inte b	2	1
	inte c	1	1
7	cach a	2	1
	cach b	2	1
	cach c	2	1
8	pob a	1	1
	pob b	2	3
	pob c	1	1
9	proa a	2	3
	proa b	2	1
	proa c	2	1

En esta actividad sólo coinciden en el valor de sus medianas y el correcto las variables **val c, eje b, inte c, pob a y pob c**. La Tabla 202 muestra la media de porcentajes de aciertos marcados en “negrita” en la Tabla 200 y su promedio final es del 37,40% (Tabla 202).

Tabla 202

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest aplicado al grupo control, en la actividad de formación (N=20)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
1	val	1-3-1	38,33%
2	rel	1-1-3	31,66%
3	comp	1-3-1	36,66%
4	valos	3-1-3	30,00%
5	eje	1-1-3	46,66%
6	inte	3-1-1	40,00%
7	cach	1-1-1	35,00%
8	pob	1-3-1	43,30%
9	proa	3-1-1	35,00%
			Promedio 37,40%

- Para la actividad de *tratamiento*

Se obtuvieron los siguientes resultados de las frecuencias porcentuales, parámetros de centralización y desviación estándar para la actividad de *tratamiento* (Tabla 203).

Tabla 203
Resultados de la aplicación del Postest al grupo control para la actividad de tratamiento (N=20)

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
10	dens a	45%	30%	25%	2	1	1,90	0,831
	dens b	25%	60%	15%	2	2	1,76	0,539
	dens c	25%	45%	30%	2	2	2,00	0,775
11	denpo a	45%	30%	25%	2	1	1,76	0,831
	denpo b	30%	20%	50%	2	3	2,14	0,910
	denpo c	50%	35%	15%	1	1	1,62	0,740
12	denco a	30%	30%	40%	2	3	2,05	0,865
	denco b	30%	50%	20%	2	2	1,86	0,727
	denco c	35%	35%	30%	2	1	1,95	0,865
13	porc a	40%	30%	30%	2	1	1,86	0,854
	porc b	15%	40%	45%	2	3	2,24	0,768
	porc c	40%	45%	15%	2	2	1,81	0,750
14	doble a	35%	15%	50%	2	3	2,10	0,944
	doble b	45%	30%	25%	2	1	1,76	0,831
	doble c	60%	25%	15%	1	1	1,62	0,805

En la Tabla 204 se ha marcado en color gris las variables cuyas medianas coincidieron con el valor correcto.

Tabla 204
Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento Postest al grupo control, para la actividad de tratamiento (N=20)

Ítem	Variables	Mediana	Valor correcto
10	dens a	2	3
	dens b	2	1
	dens c	2	1
11	denpo a	2	1
	denpo b	2	1
	denpo c	1	1
12	denco a	2	1
	denco b	2	1
	denco c	2	1
13	porc a	2	1
	porc b	2	3
	porc c	2	3
14	doble a	2	1
	doble b	2	3
	doble c	1	3

En esta actividad solamente la variable **denpo c** coincide en su valor de la mediana y el

correcto. La Tabla 205 muestra la media de porcentajes de aciertos.

Tabla 205

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest del grupo control, en la actividad de tratamiento (N=20)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
10	dens	3-1-1	25,00%
11	denpo	1-1-1	41,67%
12	denco	1-1-1	31,67%
13	porc	1-3-3	33,33%
14	doble	1-3-3	25,00%
Promedio			31,33%

- Para la actividad de *conversión*

La Tabla 206 muestra las frecuencias porcentuales obtenidas, los parámetros de centralización y la desviación estándar para la actividad de *conversión*.

Tabla 206

Resultados de la aplicación del Postest al grupo control, para la actividad de conversión (N=20)

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
15	texto a	25%	60%	15%	2	2	1,95	0,669
	texto b	40%	45%	15%	2	2	1,52	0,602
	texto c	40%	40%	20%	2	1	1,76	0,768
16	migr a	40%	25%	35%	2	1	2,00	0,894
	migr b	30%	60%	10%	2	2	1,76	0,625
	migr c	35%	40%	25%	2	2	1,86	0,793
17	fenol a	35%	50%	15%	2	1	1,62	0,669
	fenol b	30%	50%	20%	2	2	1,76	0,700
	fenol c	40%	40%	20%	2	1	1,95	0,973

Los valores correctos con las medianas obtenidas se comparan en la Tabla 207, marcando en color gris los casos de coincidencia, y en la Tabla 208 se muestran los promedios de porcentajes de aciertos.

Tabla 207

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Postest al grupo control, para la actividad de conversión (N=20)

Ítem	Variabes	Mediana	Valor correcto
15	texto a	2	3
	texto b	2	1
	texto c	2	1
16	migr a	2	3
	migr b	2	1
	migr c	2	1
17	fenol a	2	1
	fenol b	2	1
	fenol c	2	3

No hay casos de coincidencias entre el valor de la mediana y el valor correcto.

Tabla 208

Medias de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest del grupo control, en la actividad de conversión (N=20)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
15	texto	3-1-1	31,66%
16	migr	3-1-1	33,33%
17	fenol	1-1-3	28,33%
			Promedio 31,10%

En síntesis, en la aplicación del instrumento Postest al grupo control, para cada una de las actividades ligadas a la semiosis, la media de porcentajes de aciertos se muestra en la Tabla 209.

Tabla 209

Media de porcentajes de aciertos en el Postest del grupo control, para cada actividad semiótica (N=20)

Actividad semiótica	Media de porcentaje de aciertos
<i>Formación</i>	37,40%
<i>Tratamiento</i>	31,33%
<i>Conversión</i>	31,10%

7.3.2 Postest en el Grupo Experimental

- Para la actividad de *formación*

Se calcularon las frecuencias porcentuales, parámetros de centralización (media, moda y mediana) y desviación estándar de cada uno de los ítems vinculados a la *formación* (Tabla 210).

Tabla 210

Resultados de la aplicación del Postest en el grupo experimental para la actividad semiótica de formación (N=17)

Ítem	Variables	Frecuencia absoluta porcentual			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
1	val a	30%	11%	60%	3	3	2,29	0,920
	val b	82%	0%	18%	1	1	1,24	0,664
	val c	76%	11%	11%	1	1	1,35	0,702
2	rel a	47%	35%	18%	2	1	1,59	0,712
	rel b	60%	24%	18%	1	1	1,47	0,717
	rel c	11%	18%	70%	3	3	2,71	0,588
3	comp a	60%	18%	24%	1	1	1,53	0,800
	comp b	30%	0%	70%	3	3	2,53	0,874
	comp c	82%	18%	0%	1	1	1,12	0,332
4	valos a	24%	0%	76%	3	3	2,65	0,786
	valos b	76%	11%	11%	1	1	1,24	0,562
	valos c	18%	11%	70%	3	3	2,65	0,702
5	eje a	70%	18%	11%	1	1	1,41	0,618
	eje b	41%	18%	41%	2	1	1,94	0,899
	eje c	11%	11%	76%	3	3	2,76	0,562
6	inte a	60%	11%	30%	1	1	1,59	0,870
	inte b	53%	30%	18%	1	1	1,53	0,717
	inte c	24%	30%	47%	2	3	2,35	0,786
7	cach a	35%	24%	41%	2	3	1,94	0,899
	cach b	60%	30%	11%	1	1	1,41	0,618
	cach c	70%	11%	18%	1	1	1,41	0,795
8	pob a	60%	0%	41%	1	1	1,71	0,985
	pob b	47%	0%	53%	3	3	2,18	1,015
	pob c	65%	24%	11%	1	1	1,35	0,606
9	proa a	35%	47%	18%	2	2	1,76	0,664
	proa b	24%	53%	24%	2	2	2,06	0,659
	proa c	41%	24%	35%	2	1	1,88	0,928

Para evaluar estos resultados se utilizan como referencia los valores correctos determinados para cada uno de los valores de las variables, lo que se visualiza en la Tabla 211, y en la cual se remarca con color gris los casos de coincidencia.

Tabla 211

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Postest al grupo experimental, para la actividad de formación (N=17)

Ítem	Variables	Mediana	Valor correcto
1	val a	3	1
	val b	1	3
	val c	1	1
2	rel a	2	1
	rel b	1	1
	rel c	3	3
3	comp a	1	1
	comp b	3	3
	comp c	1	1
4	valos a	3	3

	valos b	1	1
	valos c	3	3
5	eje a	1	1
	eje b	2	1
	eje c	3	3
6	inte a	1	3
	inte b	1	1
	inte c	2	1
7	cach a	2	1
	cach b	1	1
	cach c	1	1
8	pob a	1	1
	pob b	3	3
	pob c	1	1
9	proa a	2	3
	proa b	2	1
	proa c	2	1

En esta actividad las variables **val a**, **val c**, **rel a**, **eje b**, **inte a**, **inte c**, **cach a**, **proa a**, **proa b** y **proa c**, en el resultado de sus medianas no coinciden con el valor correcto. La Tabla 212 muestra la media de porcentajes de aciertos marcados en “negrita” en la Tabla 210 y su promedio final es del 53,4%

Tabla 212

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest aplicado al grupo experimental, en la actividad de formación (N=17)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
1	val	1-3-1	41,33%
2	rel	1-1-3	59,00%
3	comp	1-3-1	70,16%
4	valos	3-1-3	74,00%
5	eje	1-1-3	61,33%
6	inte	3-1-1	34,26%
7	cach	1-1-1	55,00%
8	pob	1-3-1	59,13%
9	proa	3-1-1	27,16%
			Promedio 53,4%

- Para la actividad de *tratamiento*

Se obtuvieron los siguientes resultados de las frecuencias porcentuales, parámetros de centralización y desviación estándar para la actividad de *tratamiento* (Tabla 213).

Tabla 213

Resultados de la aplicación del Postest al grupo experimental para la actividad de tratamiento (N=17)

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
10	dens a	35%	30%	35%	2	3	2,06	0,899
	dens b	41%	35%	24%	2	1	1,82	0,809
	dens c	47%	35%	11%	2	1	1,59	0,712
11	denpo a	47%	35%	18%	2	1	1,59	0,712
	denpo b	41%	18%	41%	2	1	1,88	0,928
	denpo c	65%	24%	11%	1	1	1,35	0,606
12	denco a	82%	11%	6%	1	1	1,18	0,529
	denco b	65%	18%	18%	1	1	1,41	0,712
	denco c	24%	18%	60%	3	3	2,35	0,862
13	porc a	70%	11%	18%	1	1	1,35	0,702
	porc b	24%	18%	60%	3	3	2,41	0,870
	porc c	18%	24%	60%	3	3	2,47	0,800
14	doble a	35%	60%	6%	2	2	1,71	0,588
	doble b	41%	0%	60%	3	3	2,12	0,993
	doble c	11%	30%	60%	3	3	2,53	0,717

En la Tabla 214 se ha marcado en color gris las variables cuyas medianas coincidieron con el valor correcto.

Tabla 214

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del instrumento Postest al grupo experimental, para la actividad de tratamiento (N=17)

Ítem	Variables	Mediana	Valor correcto
10	dens a	2	3
	dens b	2	1
	dens c	2	1
11	denpo a	2	1
	denpo b	2	1
	denpo c	1	1
12	denco a	1	1
	denco b	1	1
	denco c	3	1
13	porc a	1	1
	porc b	3	3
	porc c	3	3
14	doble a	2	1
	doble b	3	3
	doble c	3	3

En esta actividad para las variables **dens a**, **dens b**, **dens c**, **denpo a**, **denpo b**, **denco c** y **doble a**, no coinciden sus medianas con el valor correcto. La Tabla 215 muestra la media de porcentajes de aciertos.

Tabla 215

Media de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest del grupo experimental, en la actividad de tratamiento (N=17)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
10	dens	3-1-1	41,00%
11	denpo	1-1-1	51,00%
12	denco	1-1-1	57,00%
13	porc	1-3-3	63,33%
14	doble	1-3-3	51,66%
			Promedio 52,5%

- Para la actividad de *conversión*

La Tabla 216 muestra las frecuencias porcentuales obtenidas, los parámetros de centralización y la desviación estándar para la actividad de *conversión*.

Tabla 216

Resultados de la aplicación del Postest al grupo experimental, para la actividad de *conversión* (N=17)

Ítem	Variables	Resultados			Mediana	Moda	Media	Desviación estándar
		1	2	3				
15	texto a	18%	24%	60%	3	3	2,35	0,786
	texto b	30%	18%	53%	3	3	2,24	0,903
	texto c	82%	11%	6%	1	1	1,24	0,562
16	migr a	30%	30%	41%	2	3	2,24	0,831
	migr b	30%	35%	35%	2	2	2,12	0,781
	migr c	47%	24%	30%	2	1	1,71	0,849
17	fenol a	53%	18%	30%	1	1	1,65	0,862
	fenol b	35%	30%	35%	2	1	2,06	0,827
	fenol c	24%	18%	60%	3	3	2,47	0,800

Los valores correctos con las medianas obtenidas se comparan en la Tabla 217, marcando en color gris los casos de coincidencia, y en la Tabla 218 se muestran los promedios de porcentajes de aciertos.

Tabla 217

Comparación entre las medianas obtenidas y el valor correcto, de la aplicación del Postest al grupo experimental, para la actividad de *conversión* (N=17)

Ítem	Variables	Mediana	Valor correcto
15	texto a	3	3
	texto b	3	1
	texto c	1	1
16	migr a	2	3
	migr b	2	1
	migr c	2	1
17	fenol a	1	1
	fenol b	2	1
	fenol c	3	3

En este caso las variables **texto a**, **texto c**, **fenol a** y **fenol c**, coinciden en sus medianas con el valor correcto.

Tabla 218

Medias de porcentajes de aciertos de cada ítem del Postest del grupo experimental, en la actividad de conversión (N=17)

Ítem	Variable	Clave correcta	Media de porcentajes de aciertos
15	texto	3-1-1	57,33%
16	migr	3-1-1	39,33%
17	fenol	1-1-3	49,33%
			Promedio 48,4%

En síntesis, en la aplicación del instrumento Postest al grupo experimental, para cada actividad semiótica la media de porcentajes de aciertos se muestra en la Tabla 219.

Tabla 219

Media de porcentajes de aciertos en el Postest del grupo experimental, para las actividades ligadas a la semiosis (N=17)

Actividad semiótica	Media de porcentaje de aciertos
Formación	53,40%
Tratamiento	52,50%
Conversión	48,40%

A fin de completar el desempeño de cada uno de los 17 estudiantes seleccionados en el grupo experimental, en la Tabla 220 se muestran los resultados obtenidos del Pretest, de la Actividad de aplicación N°5, del Trimestral y del Postest.

Tabla 220

Resultados del desempeño de los alumnos del grupo experimental (N=17)

N° de alumno	Pretest	Resultados obtenidos			Rendimiento
		Actividad N° 5	Trimestral	Postest	
3	28/51	3,95/4	6/12	35/51	+
4	27/51	1,7/4	9/12	21/51	-
6	29/51	1,75/4	6/12	31/51	+
7	18/51	2,5/4	5/12	24/51	+
8	19/51	3/4	6/12	20/51	+
11	24/51	3/4	9/12	21/51	-
12	17/51	3/4	6/12	36/51	+
13	27/51	2,55/4	5/12	33/51	+
14	25/51	1,5/4	6/12	21/51	-
15	24/51	3,5/4	4/12	19/51	-
16	12/51	2,25/4	5/12	25/51	+
18	19/51	3,25/4	3/12	18/51	-
19	25/51	1,35/4	5/12	31/51	+
20	26/51	3/4	4/12	27/51	+
22	20/51	1,25/4	5/12	26/51	+
24	16/51	3/4	8/12	37/51	+
26	18/51	3,75/4	3/12	28/51	+

De los 17 alumnos, 12 de ellos han tenido un rendimiento positivo y 5 un rendimiento negativo.

7.4 Síntesis de resultados muestrales

Para contrastar las actividades ligadas a la semiosis antes y después de la Intervención Didáctica, tanto en el grupo control como en el grupo experimental, en una primera instancia se visualiza en la Tabla 221 un análisis cualitativo de los resultados obtenidos con respecto a cada una de las variables involucradas.

Tabla 221
Análisis cualitativo de las variables implicadas en el Pretest y Postet para el grupo control y experimental

Variable	Indicador	Observaciones
val	Número de variables (NV)	Los altos valores de respuestas incorrectas obtenidos en los apartados de esta variable tanto para el grupo control como para el grupo experimental y en instancias de Pretest y Postest, muestran que los estudiantes no reconocen la cantidad o confunden las variables involucradas en la gráfica con las distintas denominaciones otorgadas al <i>Zonotrichia capensis</i> que figuran en la RGC propuesta.
rel	Tipo de variables (TV)	Los valores obtenidos de las medianas y modas en la variable rel a , coinciden en la opción 2 (ni acuerdo, ni desacuerdo) en las aplicaciones del Pretest y Postest en el grupo control, sin embargo este resultado se modifica en el Pretest y Postest del grupo experimental con el mayor porcentaje obtenido para el valor correcto. En las respuestas a las variables rel b y rel c , se observa que el grupo control sigue en mayor porcentaje en las opciones de respuestas incorrectas, a diferencia del grupo experimental que en las dos variables los resultados de sus medianas y modas coinciden con los valores correctos. Se puede inferir que el grupo experimental reconoce el tipo y dependencia de las variables que figuran en la RGC, no así el grupo control.
comp	Comparación de variables (CV)	En los resultados obtenidos de las medianas y modas para las variables comp a , comp b y comp c se observan coincidencias con los valores correctos, salvo en el postest del grupo control en donde la mediana resulta la opción 2 de respuesta, mostrando una leve desorientación. Sin embargo, los mayores porcentajes de frecuencias obtenidas coinciden con los valores correctos.
valos	Valores de las variables (VV) y Ubicación de las variables (UV)	En las instancias de Pretest y Postet del grupo control se observa que los valores de las medianas y modas obtenidas no coinciden con los valores correctos para las variables valos a , valos b y valos c ., además son bajos los resultados de las frecuencias porcentuales obtenidas para los valores correctos. Esto no ocurre en el grupo experimental, al contrario los resultados en sus mayores porcentajes coinciden con las respuestas correctas. Se detecta en este sentido, una diferencia en las capacidades de ambos grupos de estudiantes con respecto a este indicador.
eje	Asignación de título (AT)	Ambos grupos analizados muestran diferencias en los valores obtenidos de medianas y modas para esta variables, sin embargo las variables eje a y eje c coinciden en sus mayores porcentajes con los valores correctos. Se observa en el grupo experimental un aumento del porcentaje de aciertos, a diferencia del grupo control que disminuye.
inte	Extrapolación de variables (EV)	En los dos grupos analizados hay diferencias entre los valores de medianas, modas y correctos, solo el grupo experimental acierta en las dos instancias en el valor correcto de la variable inte b . Es posible que los estudiantes presenten dificultades en el cálculo que lleva implícito este indicador, y en

		la comparación de los resultados que también se requiere.
cach	Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	Para las variables cach a , cach b y cach c , en las instancias aplicadas a los dos grupos analizados, se obtienen diferentes resultados en los valores de sus medianas, modas y correctos. Sólo hay coincidencia en la variable cach b y cach c en el Postest del grupo experimental. Es notorio que en la aplicación de este cuestionario a los alumnos que estudian el Profesorado de Biología (Cáp. 5), el ítem asociado a esta variable también haya arrojado resultados poco coincidentes con los correctos.
pob	Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	En el Pretest del grupo control y en el Postest del experimental se observan coincidencias en los resultados obtenidos de medianas, modas y correctos para las variables pob a , pob b y pob c . En cambio en el Postest del grupo control sólo coinciden la moda y la mediana en la variable pob c . No se observa en este ítem alguna dificultad, los porcentajes de frecuencias obtenidas promedian el 60 % de coincidencia con el valor correcto.
proa	Clasificación de la relación entre las variables (CRV)	En ambos grupos analizados y en las dos instancias de aplicación, se observan no coincidencias entre los resultados de las medianas, modas y correctos para las variables proa a , proa b y proa c . Los porcentajes más altos de frecuencias se conectan a los valores incorrectos para proa a y proa b . Infiriendo en este caso que es una dificultad para estos estudiantes realizar correctamente la clasificación de la relación que se establece entre las variables que figuran en una RGC, específicamente en este ítem referido a la proporcionalidad directa o inversa de las mismas.
dens	Reconocimiento de las unidades (RU)	En el Pretest del grupo control hay coincidencia entre las medianas y modas obtenidas en la opción 2, sin embargo estos valores no se condicen con los correctos para las variables dens a , dens b y dens c . Tampoco en las otras instancias se observan frecuencias altas de coincidencia con los valores correctos, en promedio es del 35 %, por lo tanto se observa en los dos grupos analizados posibles fallas en la lectura de los datos que otorga la RGC, o en el cálculo de las diferencias entre los mismos.
denpo	Reconocimiento de escalas (RE)	Sólo en la variable denpo c se observan coincidencias de valores de medianas, modas y correctos, además de frecuencias porcentuales correctas que promedian en un 60 %. Sin embargo en las otras dos variables denpo a y denpo b no ocurre lo mismo, siendo el menor porcentaje de acierto para esta última variable.
denco	Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)	Para las variables denco a y denco b , en las instancias de Pretest y Postest del grupo experimental, los valores de sus medianas, modas y correctos coinciden. En cambio para denco c en los dos grupos es no coincidente con el valor correcto. No se puede inferir que los estudiantes no reconozcan los patrones y tendencias de la RGC presentada, ya que todas las variables de este ítem poseen un formato similar en su redacción.
porc	Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)	En el grupo control en el Pretest y Postest, se observan diferencias entre los valores de las medianas, modas y correctos para las variables porc a , porc b y porc c . Esto no ocurre con el grupo experimental, que sí es coincidente y con mayores porcentajes de aciertos. Por lo tanto en las respuestas dadas a este ítem, los estudiantes del grupo control presentan posibles dificultades en el reconocimiento de patrones y tendencias.
doble	Establecimiento de la forma en que covarían las variables (CoV)	No hay coincidencia entre los valores de las medianas, modas y correctos en los dos grupos estudiados para las variables doble a , doble b y doble c ; salvo en el Postest del grupo experimental en las variables doble b y doble c . Esto muestra la dificultad que presentan ambos grupos en la capacidad de establecer la variación del comportamiento de las variables involucradas en una RGC dada.
texto	Transferencia de conceptos (TC)	Al analizar este ítem, se observa que para esta variable existen diferencias entre los valores de sus medianas, modas y el de los correctos en los dos grupos, salvo en las variables texto a y texto c en el postest del grupo experimental. Esto también ocurre en las respuestas dadas por los estudiantes del Profesorado de Biología (Cáp. 5). En este sentido se infiere

		que el concepto de “población” es nodal en estos resultados. Sobre estas nociones se resolvió un análisis ontosemiótico realizado a los libros de textos escolares y de Profesorado de Biología (Cap.3), en el cual se visualizan diferentes definiciones atribuidas al mencionado concepto.
migr	Transferencia de conceptos (TC)	Las variables migr a , migr b y migr c presentan bajos porcentajes de coincidencia entre los valores de sus medianas, modas y los correctos en este ítem referido a los conceptos de “competencia intraespecífica e interespecífica”. Se infiere aquí, y en concordancia con el ítem anterior, una dificultad vinculada al concepto de especie, el cual a su vez es medular en la conceptualización de población.
fenol	Conversión de representaciones (CR)	Se observan no coincidencias entre los valores de las medianas, modas y correctos para estas variables (fenol a , fenol b y fenol c), además los porcentajes de aciertos promedian en un 35 % en el Pretest del grupo control y experimental, y en el Postest del grupo control. Sin embargo esto se revierte en los resultados obtenidos en el Postest del grupo experimental, aumentando también el porcentaje de coincidencias.

Además, la Tabla 222 muestra la comparación de las medias de porcentajes obtenidos.

Tabla 222
Comparación de las medias de porcentajes de aciertos del grupo control y experimental, en el Pretest y Postest, para las actividades semióticas

Actividad semiótica	Media de porcentaje de aciertos en el Pretest		Media de porcentaje de aciertos en el Postest	
	Grupo experimental	Grupo control	Grupo experimental	Grupo control
<i>Formación</i>	47,8%	38,1%	53,4%	37,4%
<i>Tratamiento</i>	44,3%	37,6%	52,5%	31,3%
<i>Conversión</i>	33,3%	33,3%	48,4%	31,1%
Total	43,1%	37,2%	52,2%	34,5%

A simple vista, se podría inferir:

- El grupo experimental es algo mejor al grupo control en el Pretest en las actividades de *formación y tratamiento*. Estas diferencias son importantes para evaluar adecuadamente el efecto de la Intervención didáctica, ya que, si ambos grupos no fueran equivalentes inicialmente, se estarían enmascarando sus efectos reales.
- El grupo experimental es bastante mejor que el grupo control en el Postest, en las tres actividades semióticas. Estas diferencias son mayores a las que a simple vista se detectan en el Pretest, lo que hace suponer que el efecto de la variable independiente (intervención didáctica) ha sido positivo.
- No parecen existir diferencias importantes entre los resultados del Pretest y Postest del grupo control, como cabría esperar de una muestra que no ha experimentado tratamiento alguno.
- En cambio, sí parecen existir diferencias entre los resultados del Pretest y Postest del grupo experimental, y, de ser corroboradas estadísticamente, estarían indicando un efecto positivo de la Intervención didáctica.

Evidentemente, las afirmaciones anteriores han de ser corroboradas estadísticamente para poder afirmar que se cumplirían en las poblaciones de estudiantes de las que son representativas las muestras correspondientes.

En los siguientes apartados, se acomete un análisis estadístico cuantitativo con el SPSS (IBM SPSS Statistics 20), para confirmar o rechazar el valor estadístico de las aseveraciones anteriores. La matriz de datos recoge a todos los estudiantes (N=37) tanto del grupo experimental (N=17) como del grupo control (N=20), y todas las variables tanto del Pretest (17 x 3 = 51) como del Postest (17 x 3 =51), diferenciándolas entre sí mediante un prefijo pre o pos respectivamente. Sus dimensiones son de 37 x 104, pues a las 102 variables originales se han incorporado otras dos para identificar al estudiante y el grupo al que pertenece (1=grupo experimental; 2= grupo control). Esta matriz se encuentra en el Anexo digital 10 para su eventual consulta y ampliación de análisis de datos.

Conviene destacar que para el objetivo último que se pretende, que es inferir los efectos de la Intervención didáctica, las 102 variables del cuestionario utilizado como Pretest y Postest, se codificaron como dicotómicas (1= respuesta correcta; 0 = respuesta incorrecta), quedando englobadas todas las respuestas alternativas únicamente como incorrectas. Haciéndolo así, se pudo construir 6 nuevas variables que acumulan los resultados de cada una de las actividades semióticas tanto en el Pretest como en el Postest. Estas variables y sus significados fueron:

- “*pre-formación*”: suma de las respuestas correctas del Pretest en los ítems 1-9 (27 variables) dividida por el número de variables (27) y multiplicada por 100.
- “*pre-tratamiento*”: suma de las respuestas correctas del Pretest en los ítems 10-14 (15 variables) dividida por el número de variables (15) y multiplicada por 100.
- “*pre-conversión*”: suma de las respuestas correctas del Pretest en los ítems 15-17 (9 variables) dividida por el número de variables (9) y multiplicada por 100.
- “*pos-formación*”: suma de las respuestas correctas del Postest en los ítems 1-9 (27 variables) dividida por el número de variables (27) y multiplicada por 100.
- “*pos-tratamiento*”: suma de las respuestas correctas del Postest en los ítems 10-14 (15 variables) dividida por el número de variables (15) y multiplicada por 100.
- “*pos-conversión*”: suma de las respuestas correctas del Postest en los ítems 15-17 (9 variables) dividida por el número de variables (9) y multiplicada por 100.

Finalmente, se construyeron dos variables que sintetizan los resultados globales para cada estudiante, denominadas:

- “*PRETOTAL*”: suma de todas las respuestas correctas del Pretest en los ítems 1-17 (51 variables)
- “*POSTOTAL*”: suma de todas las respuestas correctas del Postest en los ítems 1-17 (51 variables)

Los descriptivos de estas variables construidas se muestran en la Tabla 223. Como se infiere de la misma, todas son variables cuantitativas continuas.

Tabla 223
Descriptivos de las variables construidas

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Pre_ formación	37	14,81	62,96	41,64	12,27	150,44
Pre_ tratamiento	37	13,33	66,67	40,72	14,64	214,28
Pre_ conversión	37	11,11	66,67	33,33	14,81	219,48
Pos_ formación	37	22,22	81,48	44,74	12,78	163,37
Pos_ tratamiento	37	13,33	80	41,08	17,53	307,44
Pos_ conversión	37	0	77,78	39,04	19,53	381,49
PRETOTAL	37	19,61	56,86	39,90	9,59	91,89
POSTOTAL	37	21,57	72,55	42,66	13,04	170,11
N válido (según lista)	37					

Para los análisis que siguen, es importante también conocer la distribución de las variables, para dirimir si responden o no a una distribución normal y poder seleccionar adecuadamente el tipo de pruebas que se deben aplicar –paramétricas o no. La prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra es un procedimiento adecuado para ello. Sus resultados se muestran en la Figura 118 y confirman que estas variables se ajustan a la distribución normal respecto a la media y la desviación típica, por lo que son susceptibles de pruebas paramétricas.

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Pre_ formación_ porcentaje es normal con la media 41,64 y la desviación típica 12,27.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,524	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Pre_ tratamiento_ porcentaje es normal con la media 40,72 y la desviación típica 14,64.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,569	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de Pre_ conversión_ porcentaje es normal con la media 33,33 y la desviación típica 14,81.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,188	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de Pos_ formación_ porcentaje es normal con la media 44,74 y la desviación típica 12,78.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,276	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de Pos_ tratamiento_ porcentaje es normal con la media 41,08 y la desviación típica 17,53.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,408	Retener la hipótesis nula.
6	La distribución de Pos_ conversión_ porcentaje es normal con la media 39,04 y la desviación típica 19,53.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,575	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de PRETOTAL es normal con la media 39,90 y la desviación típica 9,59.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,690	Retener la hipótesis nula.
8	La distribución de POSTOTAL es normal con la media 42,66 y la desviación típica 13,04.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,254	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05

Figura 118. Prueba K-S para una muestra

7.5 Contraste Pretest-Postest

7.5.1. Comparación del grupo experimental y grupo control en el Pretest

Como se ha dicho en el apartado 7.4, aparentemente las columnas segunda y tercera de la Tabla 222 sugieren que el grupo experimental es algo mejor al grupo control en el Pretest en las actividades de *formación* y *tratamiento*. Si estas diferencias se corroboraran estadísticamente, habría que tenerlas en cuenta en la interpretación de las hipotéticas diferencias en el Postest, pues al menos toda o gran parte de ellas posiblemente no debería ser adjudicada a los efectos de la Intervención didáctica, sino a las diferentes condiciones iniciales de las respectivas muestras originales, que no serían equivalentes entre sí.

Puesto que se están comparando grupos independientes de estudiantes entre sí, la técnica que corresponde aplicar para esta comparación es la *Prueba T para la igualdad de medias*, que compara las medias de ambos grupos experimental y control. La salida se muestra en la Tabla 224. Primero, la prueba de Levene para la igualdad de varianzas nos indica si podemos o no suponer varianzas iguales. Así, si la probabilidad asociada al estadístico Levene es >0.05 , suponemos varianzas iguales, si es <0.05 , suponemos varianzas distintas. En este caso, todas las probabilidades son mayores que 0.05 y por tanto se ha de suponer varianzas iguales. Después de asumir las varianzas iguales, observamos el estadístico t con su nivel de significación bilateral, que nos informa sobre el grado de compatibilidad entre la hipótesis de igualdad de medias y la diferencia entre medias poblacionales observadas. Si este es menor que 0.05, podemos rechazar la hipótesis de la igualdad de medias y, consecuentemente, concluir que las medias poblacionales son distintas.

En este caso, por ser la significación de todas las variables mayor que 0.05 (ligeramente mayor en el caso de *PRETOTAL*), se puede afirmar que las medias poblacionales son equivalentes.

Los límites del intervalo de confianza nos permiten corroborar estos resultados. El hecho de que el intervalo obtenido incluya el cero en todas las variables, corrobora la igualdad de medias.

Conviene destacar que la simple comparación de los porcentajes conduce a resultados equívocos desde la perspectiva estadística. La Tabla 222 sugiere que las diferencias existen tanto para las variables *Pre-formación* y *Pre-tratamiento* como para *PRETOTAL*. Ninguna de estas diferencias se corrobora estadísticamente, lo que hace suponer que desaparecen entre las medias poblacionales.

En síntesis, para las actividades semióticas de Formación, Tratamiento y Conversión (variables *Pre-formación*, *Pre-tratamiento* y *Pre-conversión*), así como para los

resultados globales (variable *PRETOTAL*), los estudiantes del grupo experimental tienen resultados estadísticamente iguales a los del grupo control en el Pretest.

Tabla 224
Prueba T para la igualdad de medias en el Pretest

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bil)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior		Superior
Pre_ formación	iguales	0,81	0,37	1,95	35	0,059	7,60	3,90	-0,31	15,51
	distintas			1,92	30,79	0,064	7,60	3,96	-0,48	15,69
Pre_ tratamiento	iguales	0,01	0,92	1,39	35	0,172	6,65	4,77	-3,03	16,32
	distintas			1,39	33,32	0,174	6,65	4,79	-3,09	16,39
Pre_ conversión	iguales	1,07	0,31	0,00	35	1	0,00	4,96	-10,06	10,06
	distintas			0,00	34,83	1	0,00	4,86	-9,87	9,87
PRETOTAL	iguales	0,53	0,47	1,97	35	0,057	5,98	3,04	-0,20	12,16
	distintas			1,95	32,73	0,06	5,98	3,07	-0,26	12,23

7.5.2. Comparación del grupo experimental y grupo control en el Postest

La Tabla 222 sugiere que en el Postest, el grupo experimental es bastante mejor que el grupo control, tanto en cada una de las actividades semióticas como en los resultados globales, y si esto se confirma estadísticamente, podríamos afirmar un efecto positivo de la Intervención didáctica.

Puesto que de nuevo se están comparando grupos independientes de estudiantes entre sí, la técnica que corresponde aplicar para esta comparación es la *Prueba T para la igualdad de medias*, que compara las medias de ambos grupos experimental y control. La salida se muestra en la Tabla 225.

Tabla 225
Prueba T para la igualdad de medias en el Postest

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bil)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
										Inferior	Superior
Pos_ formación	iguales	6,15	0,02	4,82	35	0	15,97	3,32	9,24	22,70	
	distintas			4,61	24,48	0	15,97	3,46	8,83	23,11	
Pos_ tratamiento	iguales	4,49	0,04	4,57	35	0	21,22	4,64	11,79	30,64	
	distintas			4,43	27,20	0	21,22	4,79	11,39	31,05	
Pos_ conversión	iguales	0,21	0,65	2,95	35	0,006	17,25	5,85	5,38	29,13	
	distintas			2,92	32,43	0,006	17,25	5,90	5,23	29,28	
POS- TOTAL	iguales	9,76	0,00	5,60	35	0	17,74	3,17	11,30	24,17	
	distintas			5,34	23,54	0	17,74	3,32	10,88	24,60	

Primero, la prueba de Levene para la igualdad de varianzas nos indica si podemos o no suponer varianzas iguales. Así, si la probabilidad asociada al estadístico Levene es >0.05 (caso de *Pos-conversión*), suponemos varianzas iguales; si es <0.05 (caso de *Pos-formación*, *Pos-tratamiento* y *POSTOTAL*), suponemos varianzas distintas. Después de asumir las varianzas, observamos el estadístico t con su nivel de significación bilateral, que nos informa sobre el grado de compatibilidad entre la hipótesis de igualdad de medias y la diferencia entre medias poblacionales observadas. Si este es menor que 0.05, podemos rechazar la hipótesis de la igualdad de medias y, consecuentemente, concluir que las medias poblacionales son distintas.

En este caso, tanto para las tres actividades semióticas como para los resultados globales en el Postest, hemos de confirmar la superioridad de la media del grupo experimental respecto al grupo control, y, en consecuencia, el efecto positivo global ejercido por la Intervención didáctica.

Los límites del intervalo de confianza nos permiten corroborar estos resultados. El hecho de que el intervalo obtenido no incluya el cero en ninguna de las variables, nos permite rechazar la hipótesis de la igualdad de medias, y, por tanto, confirmar la superioridad del grupo experimental respecto al grupo control en el Postest.

7.5.3. Comparación del Pretest y Postest del grupo control

En este caso, se trata de comparar la significación poblacional que tienen los resultados contemplados en las columnas 3 y 5 de la Tabla 222. La comparación simple sugiere que hay ligeras diferencias en las instancias Pretest-Postest del grupo control a favor del Pretest.

Como en este caso se trata de comparar medias para grupos relacionados y dado que las variables involucradas se ajustan a la distribución normal, la técnica adecuada para ello es la *Prueba T para muestras relacionadas*. Su salida se muestra en la Tabla 226, para cada una de las tres parejas de variables correspondientes a las actividades semióticas y para los resultados totales. En ella, interesa en estos momentos la significación (bilateral) que se encuentra en la última columna. Si esta significación estadística es menor que 0.05, aceptamos que existe relación entre las variables de la pareja. En este caso, la significación es mayor a 0.05 en todas las parejas de variables, y por tanto, se debe aceptar la hipótesis nula según la cual no hay diferencias entre los resultados Pretest-Postest correspondientes a cada actividad semiótica ni en los resultados globales. Estos resultados son concordantes con lo que cabría esperar de una muestra de estudiantes que no ha experimentado tratamiento alguno.

Tabla 226
Prueba T para comparar Pretest y Postest del grupo control

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Pre_ formación	0,74	13,89	3,11	-5,76	7,24	0,24	19	0,81
	Pos_ formación								
Par 2	Pre_ tratamiento	6,33	18,67	4,17	-2,40	15,07	1,52	19	0,15
	Pos_ tratamiento								
Par 3	Pre_ conversión	2,22	20,90	4,67	-7,56	12,00	0,48	19	0,64
	Pos_ conversión								
Par 4	PRETOTAL - POSTOTAL	2,65	11,13	2,49	-2,56	7,86	1,06	19	0,30

7.5.4. Comparación del Pretest y Postest del grupo experimental

En este caso, se compara la significación poblacional que tienen los resultados contemplados en las columnas 2 y 4 de la Tabla 222. La comparación simple sugiere que hay diferencias en las instancias Pretest-Postest del grupo experimental a favor del Postest.

Como en el caso anterior, se trata de comparar medias para grupos relacionados y dado que las variables involucradas se ajustan a la distribución normal, la técnica adecuada para ello es la *Prueba T para muestras relacionadas*. Su salida se muestra en la Tabla 227, para cada una de las tres parejas de variables correspondientes a las actividades semióticas y para los resultados totales. En ella, interesa en estos momentos la significación (bilateral) que se encuentra en la última columna. Si esta significación estadística es menor que 0.05, se acepta que existe relación entre las variables de la pareja. En este caso, la significación es menor a 0.05 en las dos últimas parejas de variables, y por tanto para ellas hay que rechazar la hipótesis nula según la cual no hay diferencias entre los resultados Pretest-Postest. Por tanto, se puede afirmar que la

Intervención didáctica ha sido efectiva para modificar la actividad semiótica de *conversión* y los resultados globales del test, pero no tanto en los resultados de los grupos de ítems que conforman la de *formación y tratamiento*.

Tabla 227
Prueba T para comparar Pretest y Postest del grupo experimental

		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Pre_ formación Pos_ formacion	-7,63	19,09	4,63	-17,44	2,19	-1,65	16	0,12
Par 2	Pre_ tratamiento Pos_ tratamiento	-8,24	20,48	4,97	-18,77	2,30	-1,66	16	0,12
Par 3	Pre_ conversión Pos_ conversión	-15,03	24,51	5,95	-27,64	-2,43	-2,53	16	0,02
Par 4	PRETOTAL - POSTOTAL	-9,11	15,42	3,74	-17,04	-1,18	-2,44	16	0,03

7.6. Síntesis de resultados

El cuadro de resultados emergentes de los efectos de la intervención didáctica es algo complejo e interesante. Se trata de sintetizarlo y de analizar posibles relaciones entre los mismos. Para ello, se utiliza la Figura 119.

Actividad semiótica	Media de porcentaje de aciertos en el PRETEST			Media de porcentaje de aciertos en el POSTEST		
	Grupo experimental	¿Diferencias?	Grupo control	Grupo experimental	¿Diferencias?	Grupo control
Formación		NO			SÍ	
Tratamiento		NO			SÍ	
Conversión		NO			SÍ	
Total		NO			SÍ	
Formación		NO			NO	
Tratamiento		NO			NO	
Conversión		SÍ			NO	
Total		SÍ			NO	
Formación		NO			NO	
Tratamiento		NO			NO	
Conversión		NO			NO	
Total		NO			NO	

Figura 119. Síntesis de los resultados del contraste Pretest-Postest

a) Antes de la intervención didáctica, los grupos naturales de estudiantes identificados como grupo experimental y grupo control, eran equivalentes en su capacidad de resolver RGC relacionadas con BP.

b) Tras la intervención didáctica aplicada al grupo experimental, surgen diferencias con el grupo control en las tres actividades semióticas y en los resultados globales. Se confirma por tanto la efectividad de la Intervención didáctica.

d) El grupo control no experimenta cambios en su capacidad de resolver RGC relacionadas con BP durante el tiempo que dura la Intervención didáctica aplicada al grupo experimental. Con ello se confirma que este grupo actúa realmente como 'blanco', y por tanto, es ajeno a la variable independiente –intervención didáctica- en esta investigación.

e) El grupo experimental experimenta mejoras tras la Intervención didáctica únicamente significativas en la actividad de conversión y en los resultados globales. Ello quizás esté poniendo de manifiesto sesgos de orientación de la Intervención didáctica hacia esta actividad semiótica de *conversión*.

En las Figuras 120 y 121 se han representado los resultados para el Pretest y Postest del grupo experimental y del grupo control respectivamente. Cabe destacar:

- En la Figura 120 (grupo experimental), la pendiente es positiva para todas las actividades semióticas. Sin embargo, en la Figura 121 (grupo control) la pendiente es ligeramente negativa para la actividad de *tratamiento* (aunque esta ligera disminución no tiene significado estadístico). Esta diferencia de comportamientos se debe a la Intervención didáctica.
- En la Figura 120 (grupo experimental), la pendiente es mayor para la actividad de *conversión*. De hecho es la única de las tres que se evalúan, cuyas diferencias de resultados con el Pretest son estadísticamente significativas.

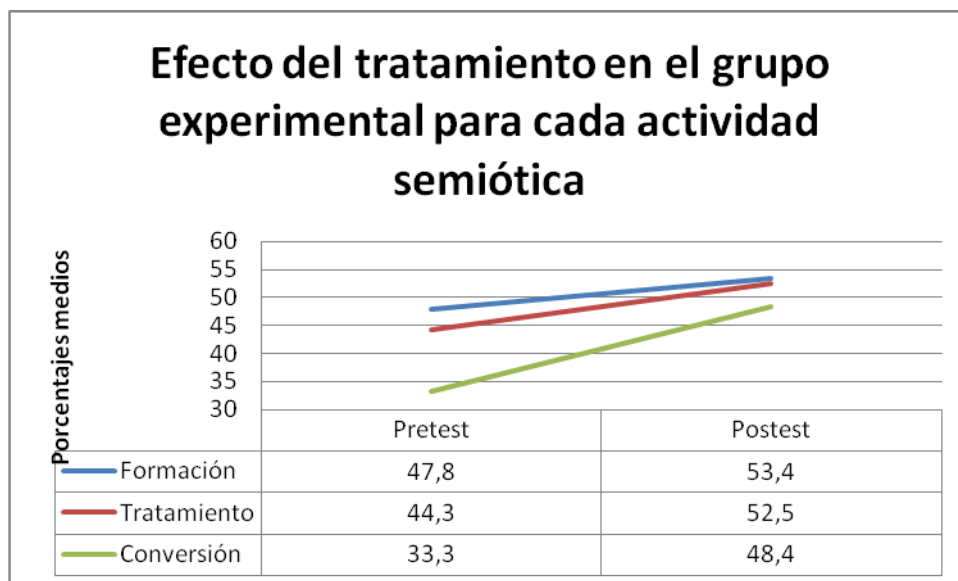


Figura 120. Resultados en las tres actividades semióticas del grupo experimental

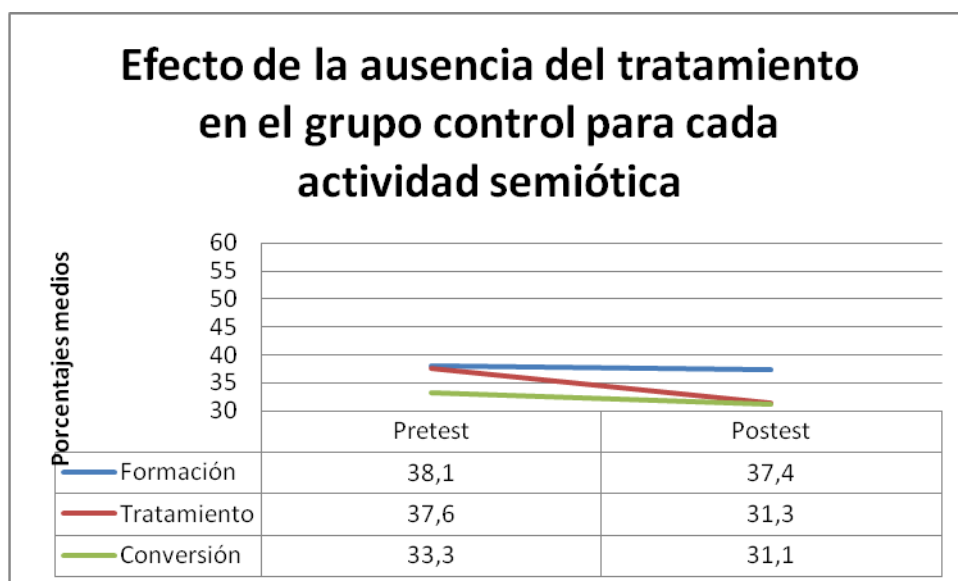


Figura 121. Resultados en las tres actividades semióticas del grupo control

Asimismo, y para finalizar, en la Figura 122 se recogen los resultados totales para ambos grupos (experimental y control) antes y después de la Intervención didáctica. Se observa que si bien desde el Pretest el grupo experimental obtiene unos resultados mejores (estadísticamente no significativos), dichos resultados se diferencian más y adquieren una significación estadística en el Posttest.

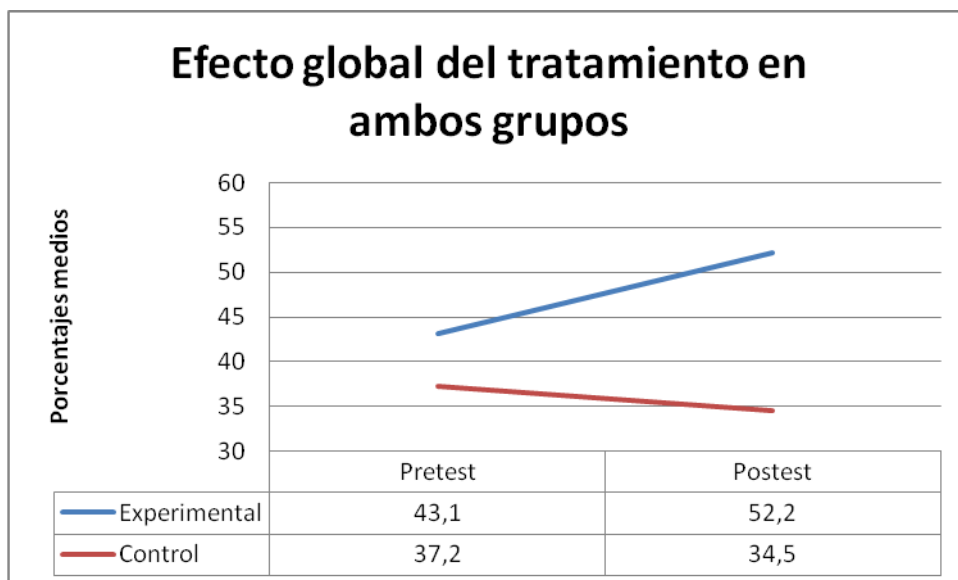


Figura 122. Resultados totales de ambos grupos (experimental y control)

Capítulo 8

Conclusiones

Amar lo que es,
la realidad tal como se manifiesta,
aun cuando presente su cara terrible y furiosa.
Joan Garriga Bacardí

8.1 Conclusiones más relevantes

En los anteriores capítulos, y teniendo en cuenta los objetivos propuestos en este trabajo de investigación, se han expresado las conclusiones más importantes referidas a los mismos. En este último capítulo se sintetizan y se presentan las conclusiones más notables y se las vincula a la metodología de investigación que se ha utilizado, evaluando de esta forma las limitaciones de la misma.

Este trabajo se ha realizado principalmente con alumnos de Educación Secundaria, de una escuela pública de gestión estatal, con la finalidad de mejorar su aprendizaje en el área de Biología, en especial en la adquisición de competencias referidas a la interpretación, construcción y uso de RGC contextualizadas en BP. A fin de completar el estudio también se ha trabajado con alumnos del profesorado de Biología de instituciones afines.

Además cabe aclarar, que la Educación Secundaria en Argentina ha sufrido en estos últimos años, una serie de avatares vinculados a los cambios curriculares, provocando discontinuidades de programas y libros de textos; también en las normas que rigen en el interior de las instituciones, y en el actuar de los estudiantes, como hábitos en el ingreso a clases, comportamiento y asistencia. Esta realidad justifica la elección del grupo de alumnos a los que se implementó la Intervención didáctica (4º año de Educación Secundaria), ya que en un principio se había pensado para alumnos que cursaban 1º y 2º año de este nivel escolar. Por otro lado, evidencia el número de alumnos cambiante en cada encuentro y en las evaluaciones.

A continuación se estructuran las conclusiones referidas a cada objetivo enunciado:

Objetivo 1

- *Analizar, desde un enfoque ontosemiótico vinculado a las RGC, los capítulos de BP de los libros de textos de Ciencias Naturales de 1º y 2º año de Educación Secundaria, que son más frecuentes en las bibliotecas escolares de la ciudad de Mendoza, Argentina.*

Se realizó el análisis ontosemiótico a las diez propuestas editoriales de Educación Secundaria más utilizadas en las bibliotecas de los distintos establecimientos educativos de gestión privada, pública provincial y dependientes de la Universidad Nacional de Cuyo de la ciudad de Mendoza. Consistió en un estudio exploratorio, descriptivo y comparativo de los libros de texto de Ciencias Naturales en los capítulos referidos a BP, teniendo en cuenta los aspectos de pertinencia, adecuación e idoneidad. Estas propuestas editoriales se proponen para alumnos que cursan actualmente 1º y 2º año de Educación Secundaria y que tienen una edad promedio entre 13 y 15 años.

Los resultados más destacables referidos a este objetivo se enuncian respecto de cada una de las variables definidas en el análisis ontosemiótico (Cáp. 2).

Con respecto a la pertinencia:

- El lenguaje utilizado está formado casi exclusivamente por signos naturales.
- Los signos artificiales son escasos, y, entre ellos, sobresalen los números arábigos (0, 1, 2...), los números romanos (IV, X...) y las numeraciones que expresan orden (1º, 2º...). En cambio, los signos estrictamente artificiales – usados en los textos matemáticos con un significado ajeno a su campo semántico en el lenguaje natural- así como los términos matemáticos –grupo, anillo, matriz...- no aparecen en los libros de texto.
- De las representaciones gráficas, teniendo en cuenta la tipología propuesta por Postigo et al. (2000), el mayor porcentaje se refiere a las ilustraciones (88%), ocupando casi el cincuenta por ciento de sus páginas, y entre ellas, las más abundantes son las fotografías. El resto de las representaciones gráficas (diagramas, mapas y gráficas) contabilizan en menos del 5%.
- Entre los escasos diagramas, que expresan una relación conceptual, los más abundantes son los organigramas, seguidos de mapas conceptuales y esquemas.
- Entre los escasos mapas, que expresan una relación espacial, los más abundantes son los dibujos esquemáticos, seguidos de mapas geográficos y pirámides tróficas.
- Asimismo, entre las escasas gráficas, que expresan una relación cuantitativa, las más abundantes son las tablas de valores, seguidas de diagramas cartesianos y arbolares. Están concentrados en tres manuales.
- El uso de diagramas y gráficas cartesianas es casi nulo, apareciendo solamente diagramas de líneas en tres textos, y de líneas comparativas en un único texto.

Con respecto a la adecuación:

- Las fotografías, sobre todo, pero también los dibujos figurativos, son las imágenes más abundantes de estos textos, lo que revela un elevado grado de iconicidad.
- Casi la mitad de las imágenes son inoperantes, esto es, no aportan ningún elemento utilizable, solo cabe observarlas.
- Casi la mitad de las imágenes aparece sin etiquetas verbales que ayuden a la comprensión de su contenido informativo.

Con respecto a la idoneidad:

- El lenguaje utilizado con mucha preferencia es el verbal, acompañado del gráfico, mientras que el simbólico es escaso, y cuando se utiliza, no se realizan traducciones del verbal al simbólico. En pocos textos se utiliza la nomenclatura binomial.
- No se utiliza la notación científica en ninguno de los textos, ni tampoco se observan cambios de registro (por ejemplo de tablas de valores a la representación gráfica).
- Entre las actividades propuestas a los estudiantes, los cuestionarios –formados por un conjunto de ítems de respuesta corta- ocupan el mayor porcentaje (63%), seguido de los problemas con el 20%. Las experiencias de laboratorio son escasas y no se proponen en cinco de los diez manuales.
- En este nivel escolar, los libros de texto no presentan operaciones, algoritmos ni técnicas de cálculo.
- Los conceptos biológicos de “evolución”, “población” y “especie” son arbitrariamente definidos y/o mencionados en los distintos manuales.
- No se hace referencia explícita a principios o a leyes biológicas, evidenciando la adopción de la tesis de la contingencia evolutiva (Cáp. 2).
- Se utilizan argumentos lógico-rationales como analogías o generalizaciones, también se recurre a ejemplificaciones y reformulaciones.
- Se detectan posibles conflictos semióticos en el uso de la notación simbólica de compuestos químicos y en los símbolos que presentan las ilustraciones sintácticas.
- De los escasos diagramas cartesianos que figuran, un posible conflicto semiótico se presenta cuando estos carecen de leyendas o se presentan desvinculados del texto explicativo, dificultando su lectura, interpretación y uso.
- Estas propuestas editoriales se adecuan a los contenidos curriculares definidos para este nivel educativo, sin embargo, se observan algunas falencias en la presentación y tratamiento de algunos contenidos, como también en las relaciones interdisciplinarias, en especial con el área de Matemática, dificultando la adquisición de actividades semióticas.

Objetivo 2

- *Aplicar el análisis ontosemiótico vinculado con las RGC, a los capítulos de BP de los libros de texto de Biología y Ecología, que más se utilizan en la formación del Profesorado en Biología en la provincia de Mendoza.*

Se analizaron los ocho textos de Biología y Ecología, hallados en las bibliotecas de cuatro establecimientos educativos de gestión privada, pública provincial y dependientes de la Universidad Nacional de Cuyo, que imparten la carrera de Profesorado de Biología en la provincia de Mendoza.

Los resultados más destacables referidos a este objetivo se enuncian a continuación.

Con respecto a la pertinencia:

- Coincidiendo con los libros escolares, el lenguaje utilizado está formado casi exclusivamente por signos naturales. .
- Aunque la presencia relativa de signos artificiales sea muy similar a la de los escolares, la variedad de signos es mayor y hacen su aparición los signos estrictamente artificiales.
- Asimismo, coincidiendo con los libros escolares, los signos artificiales más abundantes son los signos matemáticos más cercanos al lenguaje natural: los números arábigos (0, 1, 2...), los números romanos (IV, X...), los números ordinales y los números fraccionarios.
- Entre las representaciones gráficas (clasificadas en diagramas, gráficas, mapas e ilustraciones), las más abundantes son las ilustraciones, aunque disminuye su abundancia relativa a los libros escolares, para aumentar la de gráficas y mapas. Ello muestra una mayor variedad de representaciones y un menor grado de iconicidad con respecto a los de nivel secundario.
- Entre los escasos diagramas, los más abundantes son también los organigramas, seguido de los esquemas, mapas conceptuales y cuadros sinópticos; no hay diferencias con las abundancias relativas encontradas en los textos escolares, aunque están mejor distribuidos entre los diferentes manuales.
- Entre los mapas, que expresan una relación espacial, los más abundantes siguen siendo los dibujos esquemáticos, aunque su presencia relativa a los libros escolares, disminuye para aumentar la de los mapas geográficos y las pirámides tróficas.
- Las gráficas tienen una presencia más importante respecto a los textos escolares. También son mucho más variadas. Entre ellas, las más abundantes son los diagramas y gráficos cartesianos, seguidos de los gráficos de barras y los arbolares.
- Los diagramas y gráficos cartesianos son abundantes y variados. Los más frecuentes son en este orden, los de líneas comparativas, de líneas y los de líneas y figuras.

Con respecto a la adecuación:

- Aunque como se dijo en la pertinencia, las fotografías siguen siendo las imágenes más abundantes, su abundancia relativa disminuye para aumentar la de

imágenes menos realistas y más simbólicas, como los dibujos esquemáticos y los dibujos esquemáticos+signos.

- La funcionalidad se evidencia en el uso nulo de las ilustraciones inoperantes, y el mayor porcentaje lo ocupan las ilustraciones operativas (90%).
- Respecto a las etiquetas verbales, las relacionales, que describen las relaciones entre los elementos de la ilustración, son con mucho las más abundantes. Disminuye el uso de las ilustraciones sin etiquetas con respecto a los textos de nivel secundario.

Con respecto a la idoneidad:

- El lenguaje utilizado con preferencia es el verbal, acompañado del gráfico y simbólico, con traducciones entre ellos.
- En la mayoría se usa la notación científica y la nomenclatura binomial; a diferencia de los textos escolares, sí se realizan conversiones de representaciones.
- Entre las actividades propuestas a los estudiantes, también los cuestionarios adquieren el mayor porcentaje (57%), seguidos de problemas (10%) y experiencias de laboratorio (33%). No se presentan ejercicios.
- Figuran operaciones indicadas, cálculos y procedimientos para obtener ecuaciones y sencillas fórmulas.
- De similar manera que en los textos de educación secundaria, los conceptos de “evolución”, “especie” y “población” se definen de diferentes formas y en algunos manuales se mencionan sin definirlos previamente.
- Se enuncian propiedades, principios y leyes biológicas; los argumentos lógico-racionales se utilizan en todos los textos, como por ejemplo razonamientos por analogía, por generalización o sintomáticos.
- Se detectan posibles conflictos semióticos en el uso de la notación simbólica referida a los conceptos de límite funcional y función derivada; en las ilustraciones sintácticas, como también vinculados a la interpretación biológica de RGC en las cuales se utilizan más de dos variables o se presentan datos solapados.
- Los libros analizados se adecuan a los contenidos curriculares definidos para los profesorado de Biología según la Ley de Educación Superior en Argentina, aunque se observan diferencias en su presentación y tratamiento.

Objetivo 3

- *Comparar los resultados del análisis ontosemiótico realizado en las propuestas editoriales para ambos niveles educativos.*

Para este objetivo, se ha creado la Tabla 228, que muestra las diferencias y similitudes de la comparación realizada en el análisis de los textos de Educación Secundaria y de Formación de Profesorado.

Tabla 228

Resultados obtenidos en el análisis ontosemiótico, diferencias y similitudes

	Textos de Educación Secundaria	Textos de Formación de Profesorado	
Lenguaje	El lenguaje es mayoritariamente verbal, con una fuerte presencia de imágenes. Éstas tienen un grado de iconicidad bastante mayor en los textos de Secundaria respecto a los de Formación del Profesorado, donde son más abundantes las de carácter simbólico, que exigen mayor capacidad de abstracción.		
Signos artificiales	Escasa presencia y variedad.	Mayor presencia y variedad.	
	Los signos artificiales más abundantes son los signos matemáticos más cercanos al lenguaje natural: los números arábigos (0, 1, 2...), los números romanos (IV, X...), los números ordinales y (en los textos universitarios) los números fraccionarios.		
Imágenes o representaciones gráficas	Pertinencia	Ocupan casi el 50% de las páginas.	Ocupan casi el 25% de las páginas.
		Abundante presencia de Ilustraciones (sobre todo, fotografías).	Menor presencia de Ilustraciones y mayor de Gráficas y Mapas.
		Escasa variedad y elevado grado de iconicidad.	Más variedad y menor grado de iconicidad.
	Adecuación	Las fotografías son las imágenes más abundantes, pero su abundancia relativa disminuye en los manuales universitarios, para aumentar la de imágenes menos realistas y más simbólicas, como los dibujos esquemáticos y los dibujos esquemáticos+signos.	
	Funcionalidad	Ilustraciones inoperantes.	Ilustraciones operativas.
	Etiquetas verbales	Abundancia de ilustraciones sin etiquetas.	Escasas ilustraciones sin etiquetas.
Gráficas propiamente dichas	Escasa presencia y variedad.		
	Entre las escasas gráficas encontradas, las más abundantes son las tablas de valores, seguidas de los diagramas cartesianos y diagramas de árbol. No se encuentran RGC.	Abundante presencia y variedad. Las más abundantes son las RGC (diagramas y gráficas cartesianas) y los diagramas de barras.	
Diagramas y Gráficos Cartesianos (RGC)	Presencia casi nula y acumuladas casi en un único manual.	Presencia abundante en todos los manuales.	
	En la escasa presencia de RGC, sólo se hallan diagramas de líneas y diagramas de líneas comparativas.	Son mayoritarios los diagramas de líneas comparativas, seguidos de los de líneas y líneas y figuras.	
Idoneidad epistémica	Cada texto posee una diagramación diferente para presentar las distintas actividades o situaciones y los cuestionarios ocupan el mayor porcentaje, seguido de los problemas. Las experiencias de laboratorio solo se presentan en los manuales universitarios.		
	No se utiliza la notación científica, ni la nomenclatura binomial. No presentan operaciones, ni algoritmos, tampoco diferentes técnicas de cálculo o procedimientos, ni tampoco cambios de registro.	En la mayoría se usa la notación científica y la nomenclatura binomial; a diferencia de los textos escolares, sí se realizan cálculos y conversiones de representaciones.	

	No hay referencias explícitas de principios o de leyes biológicas.	Se enuncian propiedades, principios y leyes biológicas.
	Los argumentos lógico-rationales se utilizan en todos los textos, como por ejemplo razonamientos por analogía, por generalización o sintomáticos.	
	Los conceptos de “evolución”, “especie” y “población” se definen de diferentes formas y en algunos textos sólo se mencionan.	
Idoneidad semiótica	Los posibles conflictos semióticos se vinculan al uso de la notación simbólica de compuestos químicos, a los símbolos que presentan las ilustraciones sintácticas, o a los diagramas cartesianos que carecen de leyendas.	Se detectan posibles conflictos semióticos en el uso de la notación simbólica referida a los conceptos de límite funcional y función derivada; en las ilustraciones sintácticas, como también vinculados a la interpretación biológica de RGC en las cuales se utilizan más de dos variables o se presentan datos solapados.
Idoneidad ecológica	Se adecuan a los contenidos curriculares definidos para este nivel educativo, sin embargo, se observan algunas falencias en la presentación y tratamiento de algunos contenidos, o relaciones interdisciplinarias.	Se ajustan a los contenidos curriculares definidos para los profesorado de Biología según la Ley de Educación Superior en Argentina, aunque se observan diferencias en su presentación y tratamiento.

Es factible concluir que los textos universitarios presentan un lenguaje con mayor capacidad semiótica que los escolares. Particularmente, la relación entre texto e imágenes es más potente; y las imágenes son más variadas, funcionales y operativas. La variedad también se manifiesta en las gráficas propiamente dichas, donde se fomenta la *conversión* entre las mismas. En cuanto a las RGC (diagramas y gráficos cartesianos), simplemente no aparecen en los textos de Secundaria, ni siquiera en estos capítulos de BP, propensos para fomentar su comprensión y construcción. Se puede concluir que los libros de texto de Profesorado de Biología hacen un uso más extendido de la potencialidad formativa de la multiplicidad del lenguaje que los textos de Educación Secundaria.

No obstante, se debe constatar que tanto unos como otros presentan posibles conflictos semióticos. Los más generalizados se relacionan con los conceptos biológicos de evolución, especie y población, lo que podría estar relacionado con el escaso consenso epistemológico existente para estos conceptos. Otros potenciales conflictos, en el caso de los manuales escolares, podrían estar relacionados con la notación simbólica de los compuestos químicos, así como con las RGC que carecen de leyendas. En los manuales universitarios, los símbolos matemáticos de límites y derivadas, los símbolos de las ilustraciones sintácticas, e incluso los asociados a RGC con datos solapados, podrían ser fuentes de conflictos semióticos.

Objetivo 4

- *Describir desde una perspectiva cognitiva, la interacción de los estudiantes en contextos habituales de aula de Educación Secundaria, relacionada con el uso, interpretación y construcción de las RGC en el ámbito de la BP.*

Durante los ciclos lectivos 2011 y 2012 se realizaron estudios exploratorios consistentes en la observación de clases y evaluaciones formales escritas. La primera muestra seleccionada correspondió a 84 alumnos (12 - 14 años) de 8° año de la EGB (Tercer Ciclo de la Educación General Básica) del colegio José Vicente Zapata en la ciudad de Mendoza, Argentina. Afín a las modificaciones en la legislación educativa argentina (Ley N° 26206/2006), la segunda muestra analizada en el Ciclo 2012, estuvo conformada por 83 estudiantes de primer año (correspondiente al 8° año de la EGB) de cursado de Educación Secundaria básica del mismo establecimiento educativo, con alumnos de la misma edad que en el ciclo anterior. Se aplicó una metodología mixta para el tratamiento de los datos, lo que permitió realizar análisis cuantitativos, generar explicaciones y evaluar los resultados obtenidos.

Para analizar las demandas de las RGC contempladas en los instrumentos de mediación didáctica y la interacción de los estudiantes con ellas, se utilizó una tabla (Tabla 7 del capítulo 2) que relaciona las actividades semióticas de *formación*, *tratamiento* y *conversión*, con indicadores específicos asociados a las RGC y sus demandas. Esta tabla fue construida deductivamente a partir de otras investigaciones y ligando las dimensiones y funciones cognitivas con las actividades semióticas y los propios indicadores.

En total, se analizaron tres cuestionarios y un total de 45 ítems.

Los resultados más destacables referidos a este estudio diagnóstico se enuncian a continuación.

- En ambos ciclos lectivos se confirma que la mayoría de los ítems planteados a los estudiantes, relacionados con el uso de las RGC ligadas a la BP, están ligados a las actividad semióticas de *formación* y, solo en menor porcentaje, a las actividades de *tratamiento* y *conversión*. Este sesgo identificado en los cuestionarios habituales usados por los docentes en sus aulas podría provocar un menor hábito de los estudiantes en la activación de las funciones y actividades semióticas asociadas, y en consecuencia, un peor desempeño en la resolución.
- De hecho, otro resultado destacable del estudio exploratorio, es que el promedio de alumnos que presentaron un desempeño correcto en la actividad semiótica de *formación*, fue del 56%, para la de *tratamiento* fue del 55%, y el menor porcentaje (11%) se obtuvo en la actividad de *conversión*.
- Entre las actividades ligadas a la formación, las mayores dificultades de los estudiantes de secundaria se centran en la ‘ubicación de las variables’ y en el ‘reconocimiento del comportamiento de las variables’. En cambio, suelen lograr con éxito identificar el ‘valor, tipo y número de variables’, para poder responder a cuestiones que vinculaban la información dada por la RGC con funciones biológicas específicas.
- En la actividad de *tratamiento* los principales inconvenientes se detectaron en el

- ‘reconocimiento de escalas’, en la ‘comprensión de los problemas’ y en la ‘emisión de sus respuestas’
- A pesar de que la actividad de *conversión* tuvo un porcentaje bajo de incidencia en los materiales analizados, se advirtieron dificultades en la ‘conversión de representaciones’ y en la ‘transferencia de conceptos’.

En conclusión, este estudio exploratorio permitió corroborar que los estudiantes de secundaria presentan dificultades el uso e interpretación de las RGC. En la actividad de *formación* (el *acceso* a la gráfica, su identificación del número, tipo y valores de las variables) son las demandas menos dificultosas. En cambio, la interpretación, sobre todo, la ubicación de las variables y el reconocimiento del comportamiento de las variables, generan importantes dificultades. En la actividad de *tratamiento*, son importantes los conflictos que provocan el reconocimiento de escalas y la solución de problemas. Todas las actividades asociadas a la *conversión* –transferencia de conceptos y conversión de representaciones- son difíciles para los estudiantes.

También el estudio sugirió que existía una relación entre las dificultades halladas y las actividades potenciadas por los docentes en las aulas, pues entre estas últimas eran muy escasas las actividades de *conversión*. Los libros de texto, como se vio en el objetivo 1, tampoco ayudan a superar estas dificultades.

Objetivo 5

- *Describir desde una perspectiva cognitiva y didáctica, la interacción de los estudiantes de Profesorado en Biología, relacionados al uso, interpretación y construcción de las RGC en el ámbito de la BP.*

A fin de evaluar la formación conceptual y didáctica de los futuros docentes con relación a la temática que compete, en el año 2013 se diseñó, validó e implementó un instrumento de exploración que fue aplicado a 23 estudiantes del Profesorado de Biología de dos instituciones de la ciudad de Mendoza, que estaban en su mayoría finalizando sus estudios.

La primera parte del instrumento contó con 51 ítems y cada pregunta fue enunciada teniendo en cuenta las actividades semióticas potenciadas, según la Tabla 7 del capítulo 2. La segunda parte del cuestionario, que pretendía indagar en la formación profesional y didáctica de estos estudiantes con respecto a este contenido, contó con 18 ítems. El instrumento tuvo finalmente buenas características psicométricas (Alfa de Cronbach: 0,758), tras haber sido validado por 7 expertos internacionales en la materia. Se utilizó el paquete estadístico SPSS IBM Statistics 20.0, a fin de realizar su estudio estadístico descriptivo.

Los resultados más destacables referidos a este objetivo se enuncian a continuación.

- Los estudiantes universitarios se desempeñan con bastante corrección en las tres actividades ligadas a la semiosis de las RGC ligadas a la BP (Tabla 133). Este hecho podría tener relación con su propio desarrollo cognitivo, pero también con los libros de texto que suelen utilizar, donde se potencian estas RGC, como se ha visto en el Objetivo n° 2.

- Las mayores dificultades, no obstante, coinciden con las encontradas para los estudiantes de secundaria. De hecho, la actividad que menor porcentaje de aciertos recibe es la de *conversión* (50,72%). Se advierte que este hecho puede estar ligado al indicador referido a la transferencia de conceptos, específicamente a los conceptos biológicos de “población” y de “relaciones de competencia intraespecífica e interespecífica”, confirmando la influencia de las deficiencias epistemológicas detectadas en el análisis ontosemiótico de los textos escolares y universitarios.
- Desde su preparación didáctica, la mayoría de los estudiantes acuerdan que las RGC ayudan a comprender mejor los conceptos de BP y que son por tanto recursos de gran interés. Sin embargo, no todos coinciden en que la interpretación de una RGC se beneficie encontrando la fórmula matemática o los patrones de tendencia. Asimismo, la mayoría afirma que el material presentado no es adecuado para estudiantes de 13 a 16 años, y sugieren que sea utilizado en un nivel superior. Se advierte que en general, estos estudiantes desconocen la secuenciación y vinculación de estos contenidos en el currículum de Biología y Matemática, a pesar de haber cursado en sus profesorados asignaturas referidas a la Didáctica y al Currículum escolar.

Objetivo 6

- *Diseñar, aplicar y valorar una intervención didáctica específicamente diseñada a partir de las dificultades detectadas en los alumnos de Educación Secundaria, sobre las RGC en el ámbito de la BP.*

En el año 2013, se diseñó, aplicó y evaluó una Intervención didáctica para un grupo de estudiantes de 4° año de Educación Secundaria (edades entre 16-17 años) del colegio José Vicente Zapata en la ciudad de Mendoza, Argentina. Su finalidad fue mejorar las capacidades de los estudiantes en la resolución de actividades semióticas subyacentes en la interacción de conceptos específicos de BP y RGC. Para su diseño, se tuvieron en cuenta los cambios curriculares de ese mismo año escolar, y los estudios previos realizados en el análisis de textos y la exploración de dificultades.

La misma estuvo conformada por un cuestionario Pretest-Posttest, una Secuencia didáctica e Instrumentos de evaluación.

El cuestionario Pretest-Posttest contó con un total de 51 ítems definidos intencionalmente en función de las actividades semióticas, y fue aplicado a dos grupos de estudiantes de 4° curso de Educación Secundaria, grupo experimental (4°3°) y grupo control (4°5°), para evaluar los efectos de la Secuencia Didáctica y de los Instrumentos de Evaluación. Su validación fue realizada por 7 expertos internacionales en la materia y sugirió buenas características psicométricas (Alfa de Cronbach: 0,761).

En la Secuencia Didáctica, los estudiantes interaccionaron con un total de 20 RGC, resolviendo 53 ítems vinculados a conceptos específicos de BP. Fue desarrollada en 6 sesiones entre mayo y junio de 2013, en un contexto natural de aula por su propia profesora de la asignatura de Biología.

Para un seguimiento de la Secuencia didáctica se aplicaron tres instrumentos de

evaluación: una Evaluación parcial, una Actividad de aplicación N° 5 y una Evaluación Trimestral. La primera, formada por 5 RGC y 8 ítems, se aplicó entre la primera y segunda parte de la Secuencia didáctica. A modo de integración conceptual se propuso la Actividad de aplicación N° 5, con un texto, 1 RGC y 6 ítems a resolver. La Evaluación trimestral se aplicó al finalizar la Secuencia didáctica y contó con 7 RGC y 12 ítems.

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la Secuencia didáctica, fueron extraídos de la observación directa que se realizó en cada uno de los encuentros, completando esa información con los resultados sistematizados de las evaluaciones escritas. El análisis de la Secuencia didáctica y de los Instrumentos de evaluación evidenció que los estudiantes mostraron capacidades en:

- *La identificación de los componentes estructurales y funcionales de un ecosistema.*
- *El análisis y comparación de la estructura y dinámica de las poblaciones.*
- *La identificación e interpretación de la información proveniente de una RGC, como el reconocimiento de los valores de las variables y la designación de los ejes.*
- *La interpretación de variables que determinan el crecimiento y regulación de una población (estimación del tamaño poblacional).*
- *La diferenciación de los tipos de interacciones (interespecífica e intraespecífica).*
- *La resolución de problemas que involucran RGC, dadas en contextos referidos a conceptos específicos de BP.*
- *El reconocimiento y uso del concepto de “nicho ecológico”.*

Y se detectaron dificultades (que luego fueron tratadas por la Docente a cargo), en:

- *El reconocimiento y señalización de regiones geográficas.*
- *La lectura del nombre de diferentes especies en nomenclatura binomial.*
- *El reconocimiento y uso de conceptos como el de “tasa de natalidad” y “mortalidad”, abordando también el de “capacidad de carga” (conceptos básicos correspondientes al primer año de Educación Secundaria).*
- *La resolución de problemas que involucran RGC y conceptos específicos de BP, utilizando nociones previas de proporcionalidad directa y de porcentaje.*
- *La construcción de RGC referidas a conceptos de dinámica poblacional, específicamente en la elección de la escala, la designación de los ejes, como también en la representación de la gráfica correspondiente.*
- *El análisis y comunicación escrita de la información brindada por una RGC de líneas comparativas.*
- *El reconocimiento y uso de parámetros estadísticos, específicamente el de rango.*
- *La identificación de la curva asociada a una RGC de líneas, que presenta un crecimiento de tipo exponencial.*
- *El establecimiento de la forma en que covarían las variables y el reconocimiento de patrones y tendencias, dadas en una RGC de puntos, para*

reforzar el concepto de “competencia intraespecífica”.

- *La conversión de una RGC en su respectiva tabla de valores, referida a las variaciones poblacionales.*

Para analizar los efectos de la Secuencia Didáctica –con sus propios instrumentos de evaluación-, se acomete un análisis estadístico cuantitativo con el Programa SPSS (IBM SPSS Statistics 20) y el cuestionario en instancias Pretest-Postest aplicado tanto al grupo experimental como al grupo control. En una primera instancia se definieron 51 variables vinculadas a cada uno de los ítems que se ingresaron al paquete estadístico SPSS. Luego se las agrupó en 8 variables que acumulan los resultados globales y los resultados en cada una de las actividades semióticas tanto en el Pretest como en el Postest (“pre-total”, “pre-formación”, “pre-tratamiento”, “pre-conversión”, “pos-total”, “pos-formación”, “pos-tratamiento” y “pos-conversión”). Aplicando la prueba de Kolmogorov-Smirnov se confirmó que se ajustaban a la distribución normal respecto a la media y la desviación típica, por lo que fueron susceptibles de pruebas paramétricas. Se aplicaron las pruebas T para la igualdad de medias y la de Levene para la igualdad de varianzas, y de este análisis resultó que:

- a) Antes de la intervención didáctica, los grupos naturales de estudiantes identificados como grupo experimental y grupo control, eran equivalentes en su capacidad de resolver RGC relacionadas con BP.
- b) Tras la intervención didáctica aplicada al grupo experimental, surgen diferencias positivas con respecto al grupo control en las tres actividades semióticas y en los resultados globales. Se confirma por tanto la efectividad de la Intervención didáctica.
- d) El grupo control no experimenta cambios en su capacidad de resolver RGC relacionadas con BP durante el tiempo que dura la Intervención didáctica aplicada al grupo experimental. Con ello se confirma que este grupo actúa realmente como ‘blanco’, y por tanto, es ajeno a la variable independiente –intervención didáctica- en esta investigación.
- e) El grupo experimental experimenta mejoras tras la Intervención didáctica únicamente significativas en la actividad de conversión y en los resultados globales. Ello quizás esté poniendo de manifiesto sesgos de orientación de la Intervención didáctica hacia esta actividad semiótica de *conversión*.

Se concluye por tanto que es perfectamente posible mejorar la enseñanza de las RGC asociadas a la BP en estos estudiantes de secundaria.

8.2 Discusión de resultados

El estudio integral mostrado en el actual trabajo de tesis doctoral, revela un cuadro bastante coherente. Los estudiantes de secundaria presentan conflictos semióticos cuando han de interpretar y producir RGC relacionadas con los conceptos asociados a la BP. Los conflictos a los que nos referimos han quedado bien identificados a lo largo del trabajo, y si bien afectan tanto a las actividades de *formación* como la de *tratamiento*,

son especialmente relevantes en relación a la *conversión*. Los estudios exploratorios realizados durante los cursos 2011 y 2012, así como los resultados del pretest aplicado en el 2013, han revelado algunos de estos conflictos:

- Reconocer el número de variables involucradas en una RGC de líneas comparativas (Indicador: **NV**)¹.
- Extrapolar variables cuando ello implica un sencillo cálculo matemático y cierta abstracción (Indicador: **EV**)
- Clasificar la relación entre las variables, dada la dificultad con la proporcionalidad directa o inversa de las variables presentadas (Indicador: **CRV**)
- Leer los datos que aporta una RGC, por dificultades en el reconocimiento de las unidades (Indicador: **RU**).
- A la interpretación de la forma en que covarían las variables involucradas en una RGC dada (Indicador: **CoV**).
- A la transferencia de conceptos específicos de BP (Indicador: **TC**)
- A la conversión de representaciones, por ejemplo, de tablas a RGC u otras (Indicador: **CR**)

Eliminar o aminorar los conflictos asociados a la *conversión* es especialmente relevante para conseguir que los estudiantes transfieran el conocimiento a contextos novedosos. Al privilegiar un determinado registro semiótico sin favorecer la coordinación con otros, los conocimientos aprendidos quedan limitados a dicho registro. En este caso, los conocimientos aprendidos pueden presentar graves dificultades para ser movilizados o transferidos para ser usados en un contexto diferente a aquél en el que fueron aprendidos, y en consecuencia, se puede obstaculizar la adquisición de la competencia científica. La competencia está asociada al saber aplicar o saber hacer, y en definitiva a la transferencia conceptual.

Podría afirmarse que ser competente es mostrar la capacidad de reorganizar lo aprendido y, sobre todo, transferirlo a nuevas situaciones y contextos. Esta concepción de competencia conlleva unos costes de aprendizaje elevados. En términos cotidianos, “no es lo mismo saber algo que saber aplicarlo en un contexto específico ni saber aplicarlo en nuevas situaciones” (Benarroch, 2010). La transferencia del conocimiento no es inmediata; implica previamente la abstracción del mismo, lo que requiere dotar al estudiante de las herramientas cognitivas necesarias para reflexionar, controlar y ejecutar mejor su conocimiento (metacognición). Las RGC son herramientas excepcionales para la transferencia del conocimiento, pero para que esto sea así, se debe fomentar la *conversión* de las representaciones, y por ende, la coordinación de diferentes tipos de registros semióticos.

En consecuencia, para que los conocimientos aprendidos puedan ser abstraídos y posteriormente utilizados en nuevos contextos, se requiere que la investigación en Didáctica de las Ciencias encuentre los motivos de dichos conflictos y dificultades y diseñe propuestas para tratar de superarlos.

¹ Mediante este indicador, el lector puede identificar la actividad semiótica usando la Tabla 7 del cap. 2

Una primera explicación a estas dificultades podría ser la que se fundamenta en las limitaciones cognitivas de los estudiantes de las edades que nos ocupan. Esta parece ser la interpretación que se hace desde las propuestas editoriales de los manuales escolares, pues, como se ha comprobado en este trabajo, estos manuales rotundamente abogan por eliminar las RGC de sus páginas, así como todas aquellas representaciones que impliquen cierto grado de abstracción. Frente a ello, se inclinan por impregnar sus textos de imágenes realistas o evocadoras de la realidad, escasamente simbólicas, inoperantes e incluso sin etiqueta relacional con el texto escrito. Esta tendencia desaparece o disminuye en los manuales universitarios, donde las RGC son abundantes, junto a otras representaciones que implican signos y actividad semiótica. Los resultados comparativos de estas tendencias centrales en los manuales de ambos niveles escolares invitan a afirmar que las propuestas editoriales conciben que las dificultades de los estudiantes con las RGC, provienen de sus propias limitaciones cognitivas, y que por tanto, sería mejor eliminarlas.

Pero otra explicación plausible, y confirmada en este trabajo, es que dichos conflictos se originan por una enseñanza errónea que aboga por eliminarlos. Los instrumentos analizados en los ciclos lectivos 2011 y 2012 ponen de manifiesto que, como señaló Duval (1999), la enseñanza habitual de las RGC privilegia la *formación* y, en menor medida, el *tratamiento* de las representaciones semióticas, dejando a un lado la *conversión*. Es en esta actividad de *formación* donde los alumnos presentan su mejor desempeño, aunque se vislumbran dificultades en la interpretación de las RGC referidas a la ubicación y al reconocimiento del comportamiento de las variables. Esto es, parece existir una fuerte relación entre las dificultades semióticas de los estudiantes y las actividades semióticas que se utilizan en la enseñanza.

La intervención didáctica realizada en el ciclo 2013 fue diseñada específicamente para mejorar la actividad semiótica de *conversión*. Entre sus objetivos, figuraba “realizar *conversiones* de RGC referidas a las variaciones poblacionales”. Fue evaluada mediante un instrumento aplicado en instancias de Pretest y Postest tanto al grupo experimental como al grupo control. Se evidencia la efectividad de su aplicación, ya que en los resultados obtenidos se observa una diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control tanto en los resultados globales como en la actividad semiótica de *conversión*, diferencia que no existía entre ambos grupos antes de la intervención. Se confirma con ello las inferencias de otros trabajos (García et al., 2006) que afirmaban que “una mayor frecuencia en el uso de ciertos tipos de representaciones permite a los estudiantes ejecutar mejor las tareas de interpretación de este tipo de representaciones.” (p. 255). En términos competenciales, la intervención didáctica favorece la transferencia del conocimiento y la aplicación del mismo en contextos novedosos.

Estos resultados confirman que una buena enseñanza puede aminorar en gran extensión los conflictos semióticos de los estudiantes con las RGC relacionadas con los conceptos asociados a la BP.

8.3 Perspectivas de futuro

Consideramos que este trabajo es el germen de muchos trabajos futuros. Las RGC son herramientas fundamentales para el aprendizaje de contenidos de ciencias experimentales relacionados con distintas áreas (BP, cinemática y dinámica, cinética química...) y en consecuencia, son posibles muchas posibilidades de ampliación.

Ciñéndonos a la problemática de estudio, con la finalidad de afrontar los conflictos semióticos que presentan los estudiantes de Educación Secundaria en relación a las actividades de *formación, tratamiento y conversión* involucradas en RGC relacionadas con BP, se sugiere replantear la secuencia didáctica para potenciar mejores resultados en el tratamiento de este tipo de representaciones, vinculando esta problemática al trabajo colaborativo y complementario dentro de la disciplina o con otras áreas. Las intervenciones didácticas pueden ser mejoradas y contextualizadas, podrían sugerirse otras poblaciones como unidades de análisis y estudiar sus características biológicas, etológicas, adaptativas o ecológicas; como también pueden adecuarse a estudiantes de otros años dentro de este nivel escolar.

Una aportación importante de este estudio es el instrumento de análisis mostrado en la Tabla 2, donde se relacionan las actividades ligadas a la semiosis, con las funciones cognitivas, las dimensiones y los indicadores de las cuestiones asociadas a las RGC. Este instrumento ha posibilitado en este caso la caracterización de la actividad semiótica implicada en cada una de las cuestiones planteadas a los estudiantes sobre RGC asociadas a BP. No obstante, su utilidad se extiende más allá del contenido, pues es válido igualmente para analizar RGC asociadas a otros contenidos, ya sean físicos, químicos, biológicos, etc. Aunque la caracterización se realiza mediante indicadores específicos bastante objetivos, la garantía de la validez es una cuestión pendiente para futuros trabajos en los que se pretenden contrastar los resultados de su aplicación mediante expertos.

El lenguaje, las representaciones gráficas y sus significados son intermediarios culturales fundamentales y, como tales, deben ser objeto de especial atención durante el proceso de enseñanza de las ciencias (González y Hurtado, 2000). No hay regla sin excepción en Biología; cuando se trata de sobrevivir, de vivir más allá de la fútil existencia individual casi todos los mecanismos son posibles. La unanimidad es aburrida, la discrepancia valorada, la mutación siempre cuenta con una posibilidad de aceptación (González García, 2015). Y desde la complejidad de este accionar, enseñar a enfrentar las incertidumbres con estrategias que permitan afrontar riesgos, inseguridades, lo incierto: reconocer la unidad y complejidad humanas reuniendo conocimientos dispersos en las Ciencias Naturales, mostrando su unidad indisoluble, conlleva a la educación de la condición humana (Morin, 2000). Ahí debemos seguir ahondando.

Referencias bibliográficas

- Abderrahmane Belaïchi. (2008). Didáctica del análisis semiótico del texto literario. Cuadernos del profesorado. *Revista digital del centro del profesorado*. 1 (2). Cuevas. Olula (Almería). Universidad Ibn Zohr de Añadir. Marruecos.
- Abellan, K., Bazo, R., Caro, G. y Selles-Martínez, J. (2007). *Ciencias Naturales*. Buenos Aires: Tinta Fresca.
- Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la Epistemología en la formación del profesorado de Ciencias*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Adúriz Bravo, A. (2010). Hacia una didáctica de las ciencias experimentales basada en modelos. II Congreso Internacional en didácticas específicas, nº 248. Recuperado de <http://www.udg.edu/portals/3/didactiques2010/guiacdi/ACABADES%20FINAL/248.pdf>].
- Aletti, S., Bosack, A. y Fernández, M. (2000). *Ciencias Naturales – 8*. Buenos Aires: Santillana.
- Álvarez Tamayo, O. (2011). *Incidencia de las representaciones múltiples en la formación del concepto Transporte celular en estudiantes universitarios*. Tesis de Maestría. Universidad de Manizales. Colombia.
- Amadeo, M. (2007). *Encuadre epistemológico de las ciencias del lenguaje*. Mendoza: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. U. N. C.
- Ministerio de Cultura y Educación de la Nación Argentina. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. (2009). *Contenidos para el Nivel Medio. Biología*.
- Arias, C., Leal, L. y Organista, M. (2011). La modelación de la variación, un análisis del uso de las graficas cartesianas en los libros de texto de Biología, Física y Química de secundaria. *Revista de Ciencias*, 15, pp. 93-118.
- Aristegui, R., Barderi, M. y Bosack, A. (2001). *Ciencias Naturales – 9*. Buenos Aires: Santillana.
- Atran, S. (2002). *In Gods We Trust: The Evolutionary Landscape of Religion*. New York: Oxford University Press.
- Audersik, T y Audersik, G. (1997). *Biología. La vida en la Tierra*. México: Prentice Hall- Hispanoamericana.
- Bar, A. (2001). Biología y abducción. Un caso de análisis: El texto universitario. Recuperado de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/2-Humanisticas/H-029.pdf>
- Barrow, L. (2000). Do elementary science methods textbooks facilitate the understanding of magnet concepts? *Journal of Science and Technology*, 9(3), pp. 199-205.

- Benarroch, A. (2010). Aportes de la investigación en la enseñanza-aprendizaje de la química para afrontar los desafíos de la universidad del siglo XXI. *Revista Anual de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral*. Suplemento Especial 1, 14, pp. 9-33.
- Benarroch, A. y Marín, N. (1997). Dependencia de las explicaciones de los alumnos de esquemas de conocimiento específicos y generales. *Enseñanza de las Ciencias*, Actas del V Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas, N° extra, pp. 171-172.
- Benarroch, A. y Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (2), pp. 289-304.
- Berryman, A. (2002). Population: a central concept for ecology? *Oikos*, 97(3), pp. 439-442.
- Bosch, E. (1997). *Análisis de un texto persuasivo desde los principios de la pragmática y la retórica*. Universidad de Valencia. Actas VIII, ASELE.
- Buitrago, L., Torres, L. y Hernández, R. (2009). *La secuencia didáctica en los proyectos de aula. Un espacio de interrelación entre docente y contenidos de enseñanza*. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Calderero Hernández, J. (2003). *Estudio de libros de texto de ciencias de la naturaleza mediante análisis cuantitativo basado en la teoría de grafos*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Campbell, N. y Reece, J. (2007). *Biología*. Buenos Aires: Médica panamericana.
- Camus, P. y Lima, M. (2002). Populations, metapopulations and the open-closed dilemma: the conflict between operational and natural populations concepts. *Oikos*, 97, pp. 433-438.
- Capuano, V., Dima, G., Botta, I., Follari, B., De la Fuente, A., Gutiérrez, E. y Perrotta, M. (2007). Una experiencia de aula para la enseñanza del concepto de modelo atómico en 8°. *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 44 (2), pp.1-12.
- Carreras, N., Conti, O., Fernández, C. y Lantz, M. (2001). *Ciencias Naturales – 8*. Buenos Aires: Puerto de Palos.
- Carreras, N., Conti, M. y Milano, C. (2001). *Ciencias naturales 9*. Buenos Aires: Puerto de Palos.
- Carswell, C., Emery, C. y Lonon, A. (1993). Stimulus complexity and information integration in the spontaneous interpretation of line graphs. *Applied Cognitive Psychology*, 7, pp.341-357.
- Castro Martínez, E., Rico Romero, L. y Romero Albaladejo, I. (1997). Sistemas de representación y aprendizaje de estructuras numéricas. *Enseñanza de las*

- Ciencias*, 1997, 15(3), pp. 361-371.
- Cerdeira, S., Cwi, M., Ferrari, H. y Greco, M. (2004). *Ciencias Naturales y Tecnología* –9. Buenos Aires: Aique.
- Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), pp.26 - 41.
- Chamorro, D. y Barletta, N. (2008). El lenguaje del texto escolar de Ciencias Naturales: problemas para el aprendizaje. *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 2(1), pp. 16-36.
- Chevallard, Y. (2000). *La transposición didáctica*. Argentina: Aique grupo editor.
- Chomsky, N. (1989). *Knowledge of Language: Its Nature, Origin, and Use*. Madrid: Alianza.
- Costaguta, M., Frid, D. y Sturla, A. (2004). *El libro de la naturaleza – 9*. Buenos Aires: Estrada.
- Cook, T. D. y Campbell, D. T. (1979). *Quasi-Experimentation Design and Analysis Issues for Fields Settings*. Chicago: Rand McNally.
- Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A. y Massarini, A. (2008). *Biología*. Buenos Aires: Médica panamericana.
- D'Amore, B. (2001) *Una contribución al debate sobre conceptos y objetos matemáticos: la posición ingenua en una teoría realista vs. El modelo antropológico en una teoría pragmática*. Barcelona. Uno. 27, pp.51-76.
- D'Amore, B. (2006). Objetos, significados, representaciones semióticas y sentido. *Semiotics, Culture and Mathematical Thinking. Numero speciale della rivista Relime* (Cinvestav, México DF., México). pp. 177-196.
- Dean, R. y Kulhavy, R. (1981). Influence of spatial organization in prose learning. *Journal of Educational Psychology*, 73 (1), pp. 57-64.
- De Lorenzo, J. (1989). *Introducción al estilo matemático*. Madrid: Tecnos.
- Díaz, L. y Pandiella, S. (2007). Categorización de las ilustraciones presentes en los libros de texto de Tecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 6 (2), pp.424-441.
- Diez, D. y Caballero, C. (2004). Representaciones externas de los conceptos biológicos de gen y cromosoma. Su aprendizaje significativo. *Revista de Investigación*, 56, pp. 91-121.
- Duval, R. (1993). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del

- pensamiento. En Hitt, F. (Ed), *Investigaciones en Matemática Educativa II* pp.173-201. Grupo Editorial Iberoamérica, México.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano*. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Colombia: Universidad del valle. Instituto de educación y pedagogía. Grupo de educación matemática.
- Eco, U. (1999). *Kant y el ornitorrinco*. Barcelona: Lumen.
- Fabra, M. y Deulofeu, J. (2000). Construcción de gráficas de funciones: “Continuidad y Prototipos”. En *El Futuro del Cálculo Infinitesimal*. ICME – 8, pp.117-154. México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- Fernández Reiris, A. (2004) .*El libro y su interrelación con otros medios de enseñanza*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Ferrero de Roqué, M. T. (2012). Los procesos de diseño curricular del área Ciencias Naturales/EGB Argentina en la última década, ¿diversidad de tradiciones o contradicciones? *Boletín Biológica*. 6(26), pp.4-15. Disponible en: [http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N26/ferrero_de_roque\(aportes26\).pdf](http://www.boletinbiologica.com.ar/pdfs/N26/ferrero_de_roque(aportes26).pdf)
- Folguera, G y Marcos, A. (2013). El concepto de especie y los cambios teóricos en Biología. *Ludus Vitalis*, 21(39), pp.1-25.
- Font, V. (2007). Una perspectiva ontosemiótica sobre cuatro instrumentos de conocimiento que comparten un aire de familia: particular/general, representación, metáfora y contexto. *Educación Matemática*, 19 (2), pp. 95-128.
- Font, V.; Acevedo, J.; Castells, M y Bolite J. (2008). Metáforas y ontosemiótica. El caso de la representación gráfica de funciones en el discurso escolar. En P. Lestón (Ed.) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 21. México, DF: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A.C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C.
- Fried, G. (1994). *Biología*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Galagovsky, L., Di Giacomo, M.A. y Castelo, V. (2009). Modelos vs. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, (1), pp.1-22.
- Gallegos, L. y Flores, F. (2003). Concepciones, cambio conceptual, modelos de representación e historia y filosofía, en enseñanza de la ciencia, en López y Mota (ed.) *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje*. Pp. 457-509. México: COMIE.
- García Antón, A. (2013). *Gorrión de campo y gorrión de ciudad: el ambiente como modelador fenotípico de las especies*. *El caso del Gorrión Común Passer*

- domesticus* en el centro de España. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Complutense de Madrid.
- García García, J. (2005). *La comprensión de las representaciones graficas cartesianas presentes en los libros de texto de Ciencias Experimentales, sus características y el uso que se hace de ellas en el aula*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- García, J. y Perales, F. (2006). ¿Cómo usan los profesores de química las representaciones semióticas? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), pp. 247-259.
- Godino, J.D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22 (2.3), pp. 237-284.
- Godino, J.D. y Batanero C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14 (3), pp.325-355.
- Godino, J.D. y Font, V. (2002). Algunos desarrollos y aplicaciones de la teoría de las funciones semióticas. Anexo al artículo, Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des mathematiques*, 22 (2-3), pp.237-284.
- Godino, J.D. y Font, V. (2006). Algunos desarrollos de la teoría de los significados sistémicos. Anexo al artículo, “Significado institucional y personal de los objetos matemáticos”. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14 (3), pp. 325-355.
- Godino, J.D., Font, V. y Wilhelmi, M. (2006). Análisis ontosemiótico de una lección sobre la suma y la resta. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9 (Especial), pp.133-156.
- Godino, J.D. y D'Amore, B. (2007). An onto-semiotic approach to representations in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 27 (2), pp.2 -7.
- Godino, J. D., Rivas, M. y Castro, W. (2008). Epistemic and cognitive analysis of an arithmetic-algebraic problem solution. *ICME 11, Topic Study Group 27*, Monterrey, México.
- Gómez, A. (2008). Construcción de explicaciones multimodales: ¿Qué aportan los diversos registros semióticos? *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 4(2), pp. 83-99.
- Gómez Llombart, V. y Gaviria Catalán, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), pp.441-455.
- González Astudillo, M. y Sierra Vázquez, M. (2004). *Metodología de análisis de libros de texto de Matemáticas. Los puntos críticos en la enseñanza secundaria en España durante el siglo XX*. Departamento de Didáctica de la Matemática y de

- las Ciencias experimentales. Universidad de Salamanca.
- González García, F. y Tamayo Hurtado, M. (2000). Sobre el origen de los conocimientos previos en Biología: Elementos comunes entre el alumnado y los libros de Texto. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 13, 199-215.
- González García, F. (2015). *De excepción en excepción: la lección de la Biología*. Granada hoy ciencia abierta. Martes, 12 de Mayo de 2015.
- González, W. (2009). *Evolucionismo: Darwin y enfoques actuales*. España: Netbiblo.
- González, N. y Barbeito, C. (2011). Taxonomía y funciones cognitivas de los materiales gráficos en los libros de texto de Histología. *Cs Morfol*, 13(2), pp. 9-22.
- Gorodokin, I. (2006). La formación docente y su relación con la epistemología. Instituto de Formación Docente Continua San Luis. Escuela Normal Juan Pascual Pringues de la Universidad Nacional de San Luis.
- Gould, S. J. (1989). *La vida maravillosa. Burgess Shale y la naturaleza de la historia*. Barcelona: Crítica.
- Grilli, J., Laxague, M. y Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con y a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), pp. 91-108. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16926>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: MacGraw – Hill. Interamericana
- Hjelmslev, L. (1943). *Prolegomena to a Theory of Language*. University of Wisconsin.
- Hunell, J., Leschintta, M. y Rela, A. (2003). *Átomo. Ciencias Naturales 8*. Buenos Aires: SM.
- Hunell, J., Leschintta, M., Rela, A. y Tignanelli, H. (2003). *Átomo. Ciencias Naturales 9*. Buenos Aires: SM.
- Ibarra, S., Bravo, J. y Grijalva, A. (2001). El papel de los registros de representación semiótica en la enseñanza del cálculo diferencial. *Memorias de la Conferencia Internacional sobre Uso de Tecnología en la Enseñanza de las Matemáticas*. Universidad de Sonora. México.
- Izquierdo Aymerich, M., y Adúriz Bravo, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, 12(1), pp.27-43.
- Janvier, C. (1987). *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

- Jáuregui, S. (2004). *El libro de la naturaleza – 9*. Buenos Aires: Estrada.
- Jiménez Aleixandre, M. (1990). Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Sciences Teaching*, 31, pp.519-535.
- Jiménez Tejada, M. (2009). *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Jiménez, M., González, F. y Hódar, J. (2010). *Percepciones del profesorado universitario sobre la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de población y especie*. II Congr s Internacional de Didactiques.
- Jiménez Tejada, M., Sánchez Monsalve, C. y González García, F. (2013). How Spanish primary school students interpret the concepts of population and species. *Journal of Biological Education*, 47(4), pp.232-239.
- Jiménez Valladares, J. y Perales, F. (2002). La evidencia experimental a través de la imagen de los libros de texto de Física y Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), pp. 114-129.
- Johnson Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jorge, A. S., y Márquez, C. (2009). Evaluación de la competencia científica del alumnado de 4º de ESO según los ítems del Pisa. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Nº Extra, pp. 1162-1166.
- Kaput, J. (1992). Technology and mathematics education, en Grouws, D.A. (ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp.515-556). New York: MacMillan P.C.
- Kesidou, S. (2001). Aligning curriculum material with national science standards: The role of Project 2061's curriculum-material analysis procedure in professional development. *Journal of Science Teacher Education*, 12, pp.47-65.
- Kieran, C. y Filloy Yagüe, E. (1989). El aprendizaje del Algebra escolar desde una perspectiva psicológica. *Enseñanza de las Ciencias*, 1989, 7(3), pp.229-240.
- Kitcher, P. (1983). *The Nature of Mathematical Knowledge*. Oxford: Oxford University Press.
- Lacasta, E. (1995). *Los gráficos cartesianos en la enseñanza secundaria: ilusiones y controles*. Tesis doctoral, Université de Bordeaux.
- Larkin, J. y Simon, H. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth 10.000 words. *Cognitive Science*. 2, pp.65-99.

- Leinhardt, G., Zaslavsky, O., y Stein, M.K. (1990). Functions, graphs and graphing: Tasks learning and teaching. *Review of Educational Research*, 60 (1), pp.1-64.
- Ley de Educación Nacional N° 1420. (1884). Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Consejo Federal de Cultura y Educación. Argentina.
- Ley de Educación Nacional N° 24195. (1993). Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Consejo Federal de Cultura y Educación. Argentina.
- Ley de Educación Superior N° 24521. (1995). Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Consejo Federal de Cultura y Educación. Argentina.
- Ley de Educación Nacional N° 26206. (2007). Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Consejo Federal de Cultura y Educación. Argentina.
- López, R., Saldarriaga J. y Tamayo O. (2007). Análisis de representaciones gráficas en libros de texto de química. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), pp.61 - 86.
- Lorenzano, P. (2001). Sobre la unidad de las ciencias biológicas. *Signos Filosóficos*, enero-junio, número 005. Universidad autónoma Metropolitana- Iztapalapa. Distrito Federal, México, pp.121-131.
- Lorenzano, P. (2007). Leyes fundamentales y leyes de la Biología. *Scientiae Zudia*. Sao Paulo, 5(2), pp.185-214.
- Lorenzo González, G. (2006). El giro biolingüístico. Sesión monográfica sobre Biología y lenguaje del XXXIV Simposio de la SEL. *Revista Española de Lingüística*, 35(2), pp. 581-593.
- Mares, G., Rivas, O. y otros. (2006). Análisis de lecciones de enseñanza de biología en primaria: propuesta para analizar los libros de texto de ciencias naturales. *Revista mexicana de investigación educativa*, 11(30), pp.883-911.
- Matus, L., Benarroch, A. y Nappa, N. (2011). La modelización del enlace químico en libros de texto de distintos niveles educativos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), pp.178 - 201.
- Matus, L., Benarroch, A. y Perales F. (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26 (2), pp.153-176.
- Maureira, F. (2009). Tratado ontológico humano. *Revista Electrónica de Psicología*, Iztacala, 12 (3), pp.187-223.

- Mayer, R. (1993). Illustrations that instruct. In R Glaser (ed.), *Advances in instructional Psychology-4*, pp. 253 – 284. Elrbaum, Hillsdale, New Jersey.
- Mayoral, L. (2008). *La iconicidad en la construcción del concepto de homeostasis en el organismo humano. Estudio de su importancia como estructurante epistémico y para el desarrollo de destrezas científicas en la Educación Secundaria de la Republica Argentina*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Mayorga, M. y Madrid, D. (2010). Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias pedagógicas*, 15(1). Universidad de Málaga.
- Mayr, E. (1942). *Systematics and the origin of species*. New York: Columbia Univ. Press.
- Mayr, E. (1992). *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo*. Barcelona: Critica.
- Mayr, E. (2006). *¿Porque es única la Biología?* Buenos Aires: Katz.
- Dirección General de Escuelas de Mendoza (2012). *Saberes indispensables para el Ciclo Básico de la Educación Secundaria*. Materiales de acompañamiento al docente.
- Moles, A. (1991). Pensar en línea, pensar en superficie. En J. Costa y A. Moles (Eds.). *Imagen Didáctica. Enciclopedia del Diseño* (pp. 9-35). Barcelona, CEAC. 2ª ed.
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Pérez, M. (1999). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Editorial Graó. Barcelona.
- Monterrubio, M. C. y Ortega, T. (2011). Diseño y aplicación de instrumentos de análisis y valoración de textos escolares de matemáticas. *PNA*, 5(3), pp.105-127.
- Moreno Rueda, G. y Soler, M. (2001). Reconocimiento de huevos en el gorrión común (*Passer domesticus*), una especie con parasitismo intraespecífico. *Ardeola*. 48 (2), pp.225-231.
- Murgui, E. (2011). Gorrión común – *Passer domesticus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. En <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Muzzanti, S. (2003). *Biología-Polimodal. El ecosistema y la preservación del ambiente*. Buenos Aires: Editorial Longseller.
- Nappa, N., Insausti, M. y Sigüenza, A. (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), pp.344 - 363.

- Navarro, E. (2014). *Guía para la interpretación de resultados en el contraste de hipótesis estadísticas (Estadística paramétrica y no paramétrica)*. Eduktive.
- Padrón, J. (1996) *El análisis de textos en la investigación*. Caracas: Publicaciones del Decanato de Postgrado de la USR, pp.129-136.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Nueva York: Oxford University Press.
- Perales Palacios, F. J. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. Análisis de libros de textos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp.369-386.
- Pérez Vadillo, S. (2013). *Educación para una correcta alimentación en alumnos adolescentes. Diagnóstico de conductas alimentarias y propuesta de actividades de enseñanza-aprendizaje*. Tesis inédita de doctorado. Universidad de Granada, España.
- Piaget, J. (1966). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires: Psique.
- Pimm, D. (1990). *El lenguaje matemático en el aula*. Madrid: Morata.
- Plaza, S. y Pobrete, V. (2010). *Matemática en la salud. Universidad de Chile*.
- Porlán Ariza, R. (1987). El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. *Investigación en la Escuela*, nº 1, pp. 63-69.
- Pozo, J. y Flores, F. (Coords.) (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado. (pp.107-124)
- Postigo, Y. y Pozo, J. (1999). *El aprendizaje estratégico: enseñamos a aprender desde el currículo*. Madrid: Santillana.
- Postigo, Y. y Pozo, J. (2000). *Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Pozo, J. (2003). *Adquisición de conocimiento. Cuando la carne se hace verbo*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. y Flores, F. (Coords.) (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Antonio Machado, pp.107-124.
- Preece, J. y Janvier, C. (1993). Interpreting trends in multiple-curve graphs of ecological situations: The role of context. *International Journal Science Education*, 15(2), pp.199-212.
- Puig, L. (1994). *Semiótica y Matemáticas. Eutopias Series. Working papers. 51*.

- Valencia: Episteme.
- Purves, W., Sadava, D., Orinas, G. y Craig Heller, H. (2002). *Vida. La ciencia de la Biología*. Buenos Aires: Médica panamericana.
- Rico, L. (2009). Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en educación matemática. *PNA*, 4(1), pp.1-14.
- Romero Pérez, C. (2005). Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo. Recuperado de http://www.uhu.es/agora/version01/digital/numeros/numeros_ppal.htm
- Rotman, B. (1996). Counting information: A note on physicalized numbers. *Minds and Machines*, 6 (2), pp. 229-238.
- Ruesga Ramos, P., Valls García, F. y Rodríguez Armino, T. (2006). Un instrumento para seleccionar libros de texto de matemáticas. Aplicación al bloque curricular de geometría. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 9 (1), pp.1-13.
- Ruiz Higuera, L. (1991). Una aproximación a las concepciones de los alumnos de secundaria sobre la noción de función. *Epsilon: Revista de la Sociedad Andaluza de Educación matemática "Thales"*, nº 20, pp.104.
- Ruse, M. (1989). *The Darwinian Paradigm*. London: Routledge.
- Russell Gebbett, J. (1984). Pupils perceptions of three dimensional structures in biology lessons. *Journal of Biological Education*, 18 (3), pp. 220-226.
- Saussure, F. (1945). *Curso de lingüística general*. Buenos Aires: Losada.
- Schaefer, J. (2006). Towards mutation of the population concept. *Oikos*, 112, pp. 236-240.
- Schiefelbein, E. y Farrés, P. (1991). Evaluación formativa de libros de texto de educación primaria. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México), XXI (2), pp.63-87.
- Schneider, W. y Shiffrin, R.M. (1977). Controlled and automatic information processing I: Detection, search and attention. *Psychological Review*, 84, pp.1-66.
- Serrano, T. (1987). Representaciones de alumnos en Biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), pp.181-188.
- Sierra, M., González, M. T. y López, C. (1999). Evolución histórica del concepto de límite funcional en los libros de texto de bachillerato y curso de orientación universitaria, 1940-1995. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp.463-476.
- Solar, H., Deulofeu, J. y Azcárate, C. (2015). Competencia de modelización en

- interpretación de gráficas funcionales. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), pp. 191-210.
- Solarte (2009). Clima Organizacional y su Diagnóstico: Una Aproximación Conceptual. *Publicación Semestral de la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad del Valle*. 25 (42), pp. 43-61.
- Solomon, E., Berg, L. y Martin, D. (2001). *Biología*. México: Mc Graw- Hill Interamericana.
- Stamos, D. (2003). *The Species Concept: Biological Species, Ontology, and the Metaphysics of Biology*, Lexington, Lanham, MD.
- Staver, J. y Bay, M. (1989). Analysis of the conceptual structure and reasoning demands of elementary science texts at the primary (K-3) level. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, pp.329-349.
- Steinbring, H. (1997). Epistemological Investigation of Classroom Interaction in Elementary Mathematics Teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 32, pp.49-92.
- Suárez, L. y Cordero, F. (2008). Elementos teóricos para estudiar el uso de las gráficas en la modelación del cambio y de la variación en un ambiente tecnológico. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 3(1), pp.51-58.
- Swan, M. (1982). The teaching of functions and graphs. In G. Van Barnvled & H. Krabbendam (Eds). *Conference on Functions* (Report 1, pp.151-164). Foundation for curriculum Development. Enschede, The Netherlands.
- Tamayo Alzate, O. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y pedagogía* (revista de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia) 28(45), pp.37-49.
- Tamayo Hurtado, M. (2004). *Evolución de las teorías biológicas evolutivas en libros de textos de enseñanza en Chile*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Tamayo, O. y Sanmarti, N. (2003). Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto respiración. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 1 (1), pp. 1-16.
- Tall, D. y Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with Particular Reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, pp.151-169.
- Vergnaud, G. (1983). *Actividad y conocimiento operatorio*, en Psicología genética y aprendizajes escolares. C. Coll (Comp.). Madrid: Siglo XXI.

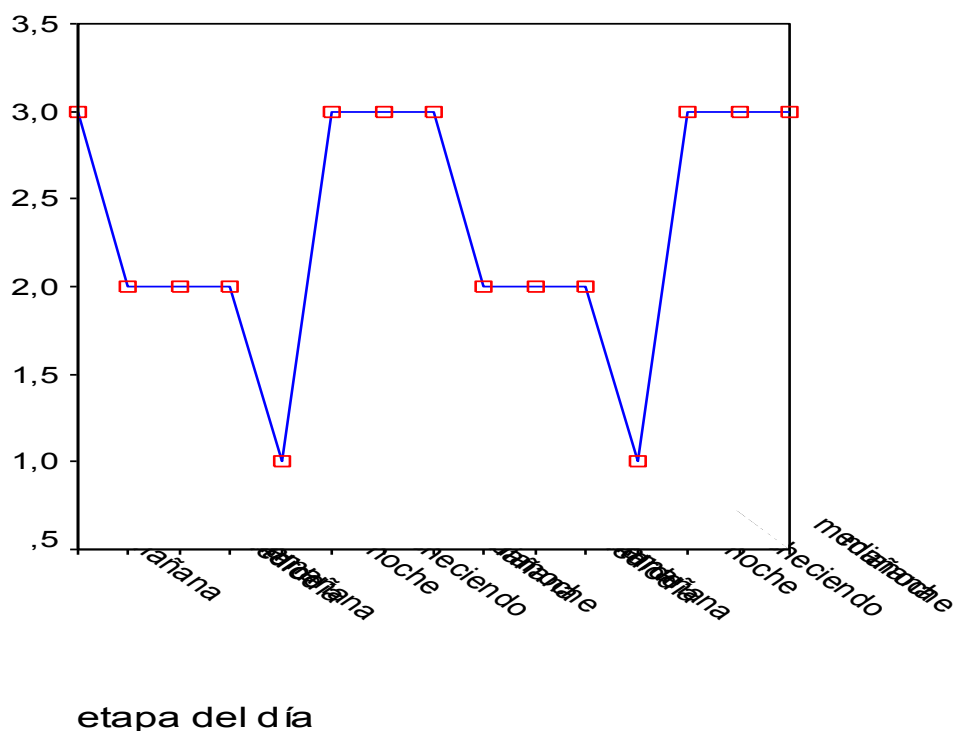
- Villee, C. (1981). *Biología*. Buenos Aires: Universitaria.
- Vygotski L. (1993). *Pensamiento y lenguaje*. Obras Escogidas. Tomo II. Madrid: Visor.
- Weisz, P. (1980). *La ciencia de la Biología*. Barcelona: Omega.
- Wilson, A. C., Carlson, S. S. y White, T. J. (1977). Biochemical evolution. *Ann. Rev. Biochem*, 46, pp.573-639.
- Wittgenstein, L. (1988). *Investigaciones filosóficas*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Zabalza, N. (2009). *Diseño y desarrollo curricular*. Madrid: Editorial Narcea.
- Zalba, E. (2008). *Una aproximación semiótica en torno de la noción de lenguaje*. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Mendoza: UNCuyo.
- Zecchetto, V. (2006). *La danza de los signos*. Nociones de semiótica general. Buenos Aires: La Crujía ediciones.
- Zúñiga, L. (2004). *Funciones cognitivas: un análisis cualitativo sobre el aprendizaje del cálculo en el contexto de la ingeniería*. Tesis doctoral. Instituto Politécnico nacional. México.

Anexo 1

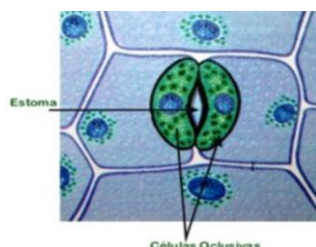
Instrumento didáctico aplicado en el
Ciclo 2011 a estudiantes de Educación
Secundaria

PRIMERA SECCIÓN

Un estudio realizado en plantas que pueblan áreas secas permitió comprobar que los estomas se abren o se cierran según las horas del día. Los resultados se muestran en la gráfica.



Estudio realizado sobre la apertura de los estomas de plantas, en distintas etapas del día.



Representación esquemática de los estomas de una planta.

Para interpretar y responder:

Los estudiosos representaron el grado de apertura con números. Entonces, el N°1 representa a un estoma semiabierto; el N°2 estoma cerrado y el N°3 estoma abierto.

A partir de la gráfica responde:

1. ¿En qué etapa del día los estomas permanecen cerrados?
2. ¿En qué etapa del día los estomas permanecen abiertos?
3. ¿En qué etapa del día registraron estados de semiapertura?
4. A través de los estomas la planta intercambia sustancias en estado gaseoso con el medio ambiente. Uno de ellos es el CO₂ necesario para la fotosíntesis. Este

proceso ocurre durante las horas de luz y demanda gran cantidad de ese gas. Los estudiosos comprobaron que las moléculas de dióxido de carbono se unían a otra que actúa de recepcionista y las “guarda” hasta que sale el Sol y se utilizan en la fabricación de la glucosa.

4.1. Imagina que la molécula recepcionista se represente de la siguiente manera:



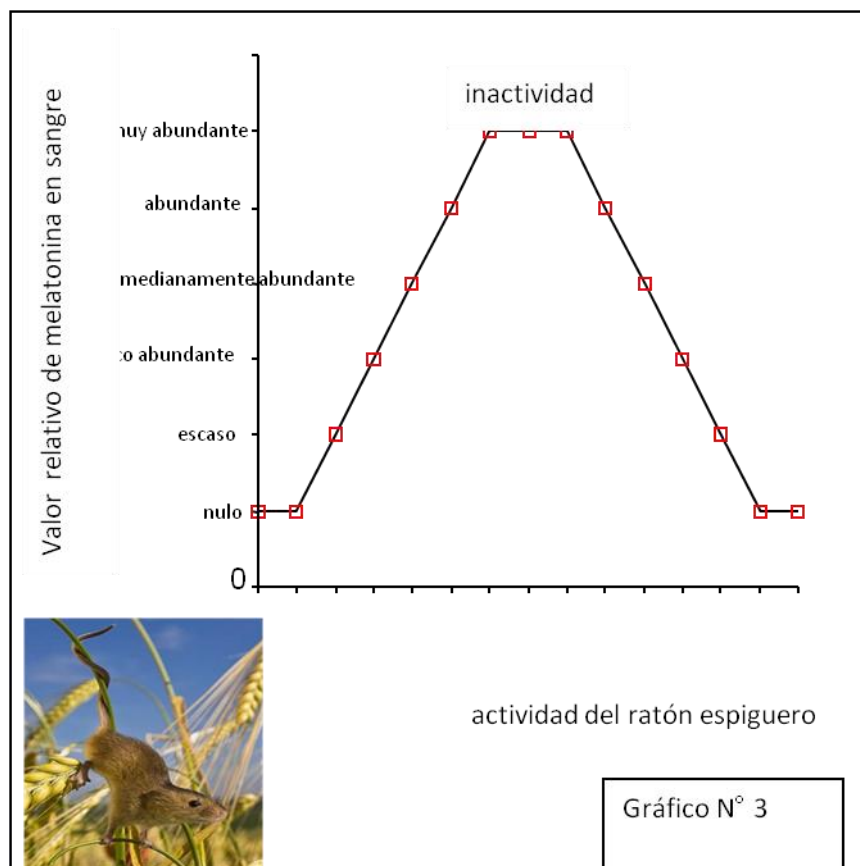
4.2. Representa mediante el modelo de esferas a la molécula de CO₂ y únala al modelo anterior

5. A través de los estomas sale el agua en estado gaseoso, ¿de qué proceso vital de los seres vivos proviene?
6. ¿Qué sucedería si la planta que habita el ambiente seco permaneciera con los estomas abiertos durante el día?
7. ¿Qué crees que pasará con las moléculas de agua generadas mientras los estomas están cerrados? ¿Qué hará la planta?

SEGUNDA SECCIÓN

El ratón espiguero (*Micromis minutus*) presenta periodos de actividad-inactividad en relación con el ciclo luz-oscuridad que se produce cada 24 horas.

Unos biólogos, interesados en desentrañar las razones del comportamiento del ratón, hicieron estudios observando las actividades resueltas por éstos y analizando la sangre de los ratones en diferentes horas del día. La presencia de luz, hace que no se encuentre en la sangre del ratón una sustancia denominada melatonina. El gráfico de abajo (N° 3) expresa la relación que existe entre la actividad del ratón y la cantidad de melatonina en la sangre.



Interpreta y responde:

A partir de la lectura del texto introductorio y de tu comprensión, resuelve las siguientes preguntas:

1. Si pudieras agregarle datos al eje de las abscisas (horizontal) o *eje de las x*, ¿qué datos agregarías? Hazlo en la gráfica
2. ¿Qué etapa del ciclo luz-oscuridad mantiene al ratón altamente activo?
3. ¿Qué etapa del ciclo luz-oscuridad mantiene al ratón inactivo-durmiendo?
4. El paso de la actividad a la inactividad, ¿crees que es gradual o brusco (de repente)? ¿Puedes justificar escribiendo una sencilla frase? Hazlo.

5. Si el ratón fuera presa de un predador de hábitos nocturnos, ¿crees que habría posibilidad de que ambos se encuentren activos en la misma etapa del ciclo luz-oscuridad?
6. La curva que relaciona la actividad del predador con la cantidad de melatonina en su sangre, ¿sería igual a la que presenta el gráfico n°3? Si tu respuesta es negativa, por favor dibuja la curva que represente al predador, en el mismo gráfico n°3.

TERCERA SECCIÓN

Las orugas desfoliadoras de la planta de trigo, como la “oruga militar verdadera” (*Pseudaletia unipuncta*) pueden ser afectadas por virus. En un campo de trigo se realizaron estudios sobre la población de orugas entre los años 1974 y 1990. Los datos de los censos para determinar la densidad de población de orugas, se registraron en tablas y luego se construyó un gráfico como el siguiente gráfico (N°4).

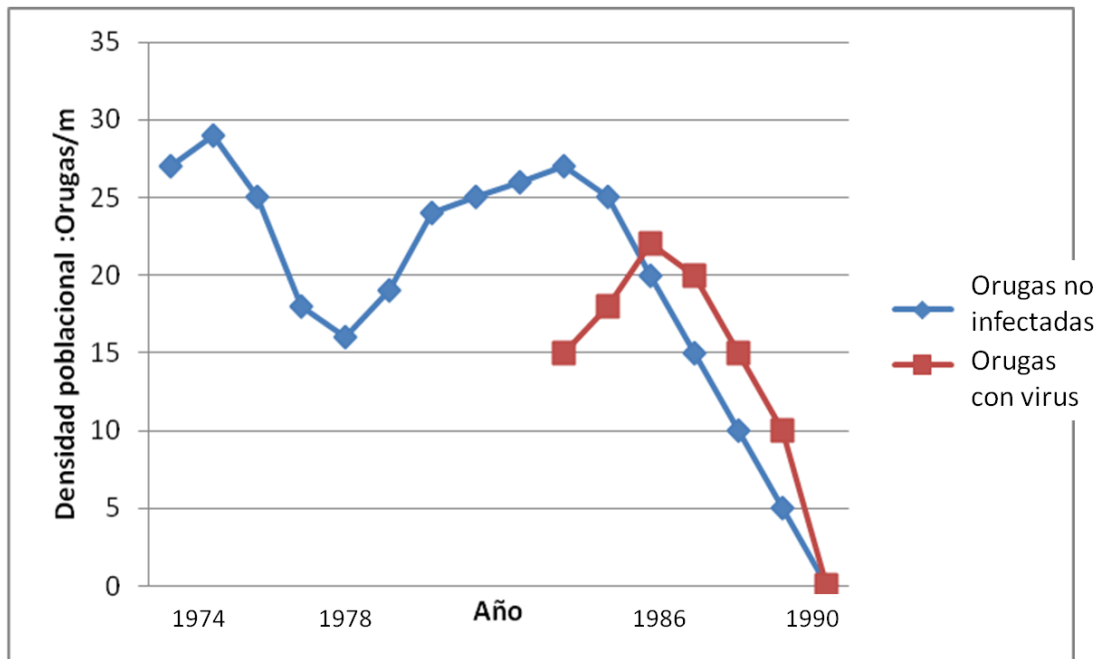


Gráfico N° 4: Densidad población de orugas

A partir de la lectura del gráfico:

1. Teniendo en cuenta el concepto de población, ¿la investigación se resolvió sobre la observación de una población o de dos poblaciones?
2. ¿En qué año se observó mayor número de orugas no infectadas?
3. ¿En qué año aproximadamente aparecen en el campo las orugas con virus?
4. ¿En qué año se observó mayor número de orugas con virus?
5. ¿Qué sucede en el año 1990 con las orugas no infectadas y con las infectadas?
6. Imagina que las orugas resisten a los virus, y éstos no las infectan. ¿La población de orugas desaparecería? Si tu respuesta es negativa, ¿Cuál sería el factor limitante para el desarrollo de la población de orugas?

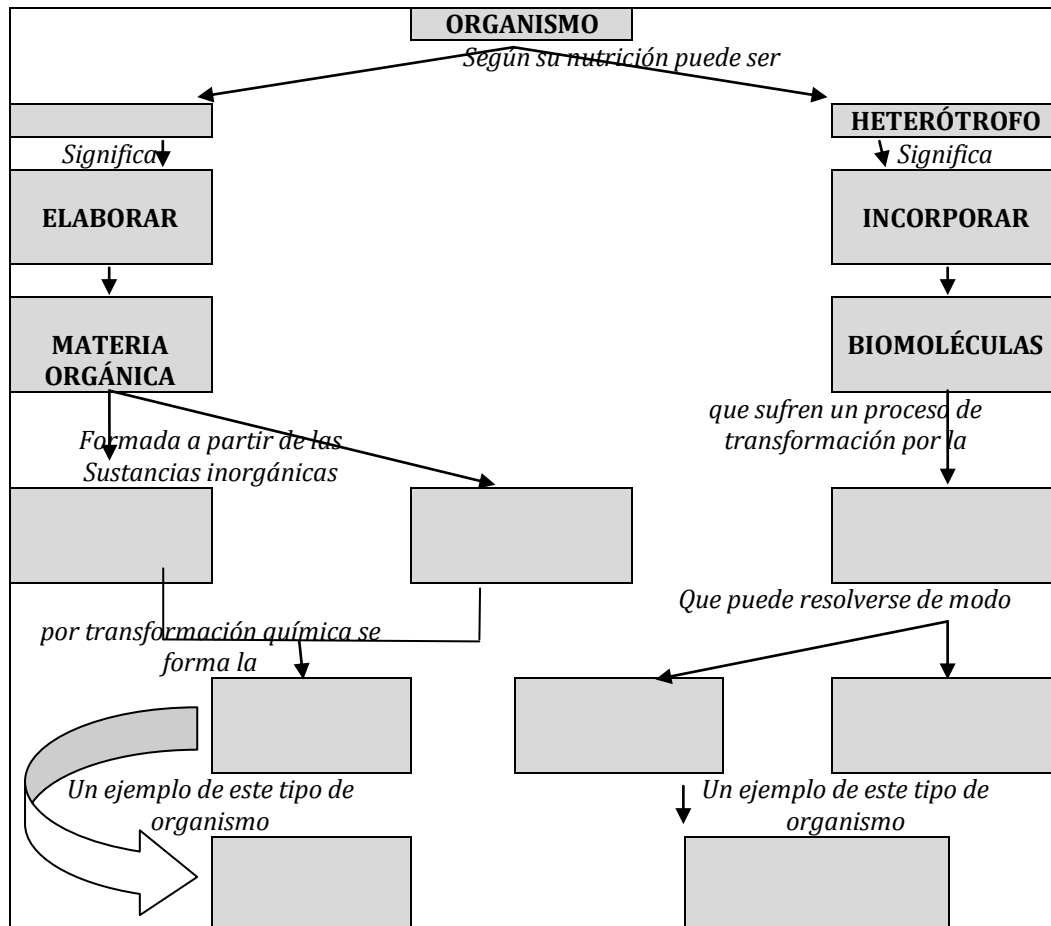
Anexo 2

Instrumento didáctico aplicado en el
Ciclo 2012 a estudiantes de Secundaria

Parte A. Trabajando con imágenes y diagramas (Total 19p)

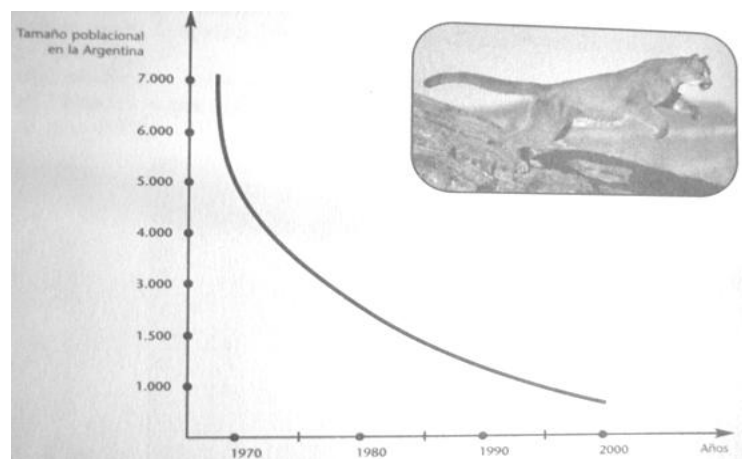
1. Completa el siguiente diagrama.

En este caso el concepto central es la **nutrición de los organismos**. Ten en cuenta lo resuelto en la carpeta y lo que aparece en el libro respecto de los reinos. (5p)



2. Interpretación de gráfica de Curva. Poblaciones. (3p)

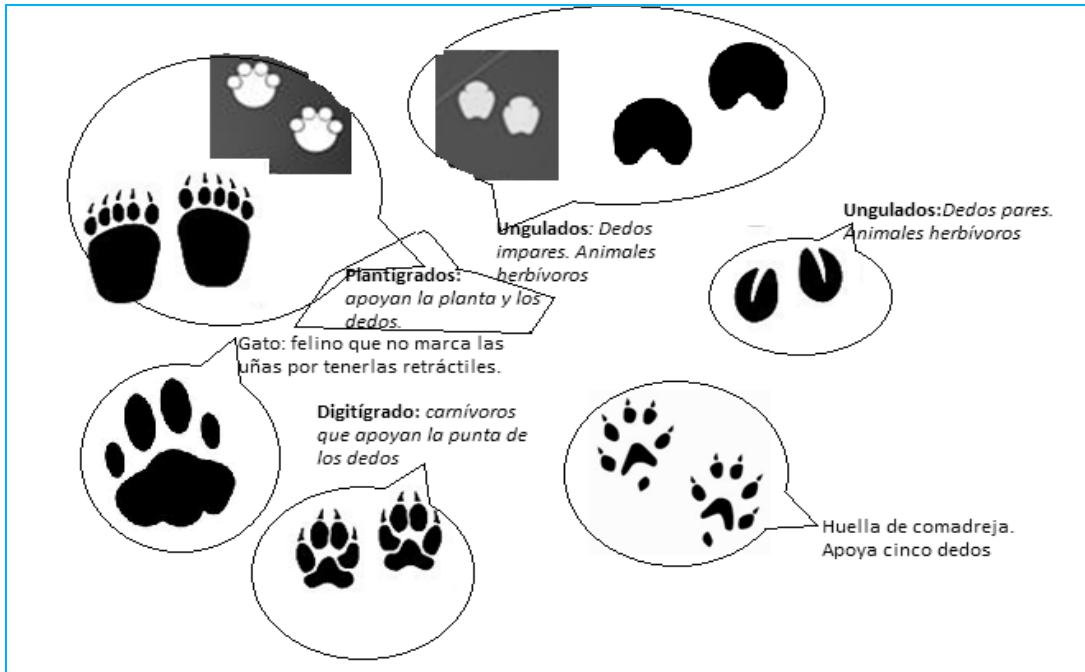
A lo largo del tiempo las poblaciones sufren cambios, en lo que se denomina dinámica poblacional. Interpreta el gráfico referido a la población de pumas y responde a las preguntas que aparecen a continuación.



- 2.a. ¿La población de pumas ha aumentado en el tiempo o ha disminuido? _____
 2.b. ¿Qué cantidad de pumas había en 1995? _____
 2.c. ¿En qué año había mayor cantidad de pumas? _____

3. Clasificación de seres vivos.

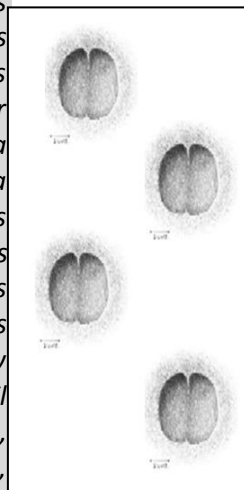
Los mamíferos pueden ser clasificados por los rastros de su pisada. Así entonces tenemos:



Imagina que eres un investigador de los comportamientos de los animales. Trabajando en el campo encuentras las siguientes huellas. Utilizas el catálogo para responder:

- a. ¿A qué tipo de huella la asocias? _____ (1p)
 b. ¿Qué tipo de alimentación posee este ser vivo? _____ (1p)
 c. Buscas información sobre él y te enteras que:

[...] tienen gruesos músculos nasales y fuertes párpados con doble hilera de pestañas que les permiten tolerar intensas tormentas de viento con arena. Sus patas presentan unas gruesas almohadillas aislantes, sus rodillas y sus tobillos son resistentes a la erosión que puede provocar la arena, pues presentan durezas o callosidades. Pueden resistir varios días sin tomar agua y sin ingerir ningún tipo de alimento. Cuando necesitan agua para los procesos orgánicos, como mantener líquida a la sangre, la obtienen a través de procesos metabólicos. La temperatura corporal es regulada entre 34°C y 41,5°C, aún cuando en el ambiente las temperaturas oscilen entre -29°C y 40°C. En general son animales sociales, donde se observan jerarquías cuyo puesto mayor es disputado en lucha por los machos. Las hembras se reúnen en grupos y con ellas sus crías. Los machos son más bien solitarios. El apareamiento da como resultado en general la gestación de una cría, proceso que dura 13 meses. El nacimiento suele ocurrir en primavera, y el recién nacido rápidamente comienza a caminar, pero su madre le amamanta durante un año y medio (1,5). [...]



A partir del texto resuelve lo solicitado en las tablas I y II:

Tabla I: (1x4 =4p)

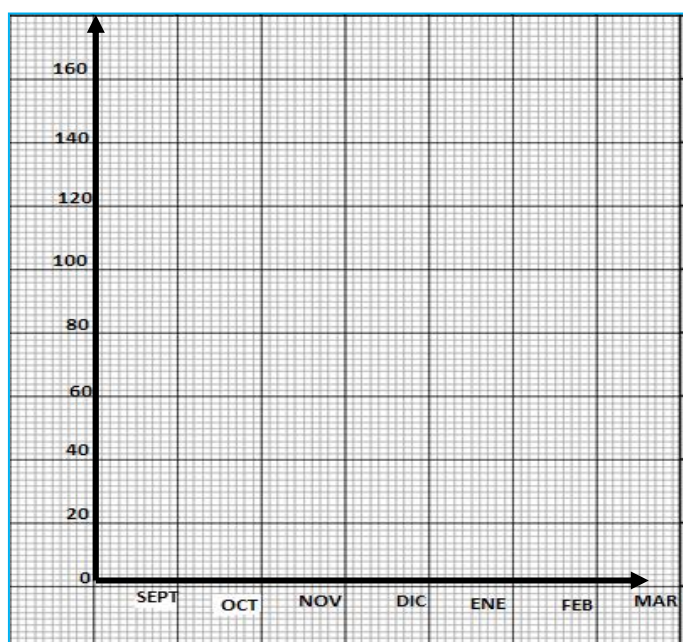
RASGO	CATEGORÍA DE CLASIFICACIÓN Tacha lo que no corresponda
Regulación de la temperatura corporal	ENDOTERMO - ECTOTERMO
Tipo / Filo	CORDADO – NO CORDADO
	Completa la categoría
Clase	
Sub-clase	

Tabla II: completa indicando a qué tipo de estrategia hace referencia el texto inserto. (1x5=5p)

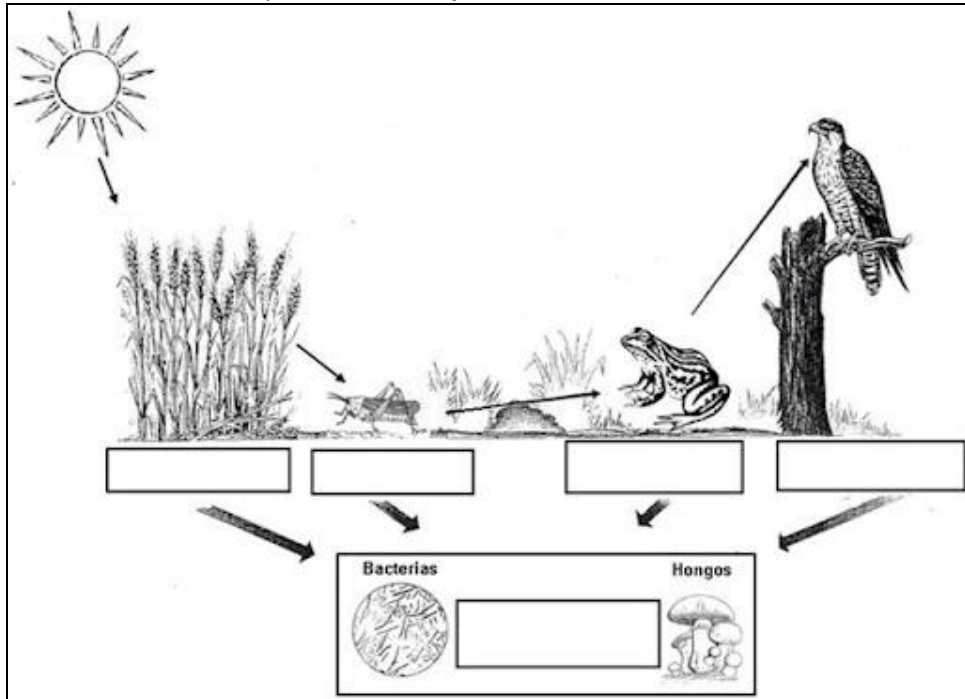
TIPO DE ESTRATEGIA ADAPTATIVA	EXPRESIÓN QUE JUSTIFICA
	<i>gruesos músculos nasales y fuertes párpados con doble hilera de pestañas...</i>
	<i>rodillas y sus tobillos....con durezas o callosidades</i>
	<i>agua ...la obtienen a través de procesos metabólicos.</i>
	<i>Las hembras se reúnen en grupos y con ellas sus crías</i>
	<i>su madre le amamanta durante un año y medio</i>

Parte B. Problemas (Total 14p)

- En un área de 80 m² viven 140 individuos de una población de aves. En el mes de octubre nacen 20 individuos. En el mes de enero, una ola de calor provoca la muerte de 30 individuos e inmigran (llegan) 5 individuos. En febrero emigran 10 individuos.
 - ¿Cuántos individuos hay en el final del año? (1p)
 - Representa los datos en la gráfica: marca puntos y une con una línea. (3p)



2. Completa la siguiente cadena trófica ubicando en los recuadros los conceptos adecuados para indicar la función dentro de la misma, atendiendo al modo que obtienen el alimento cada uno de los seres vivos representados: (5p)



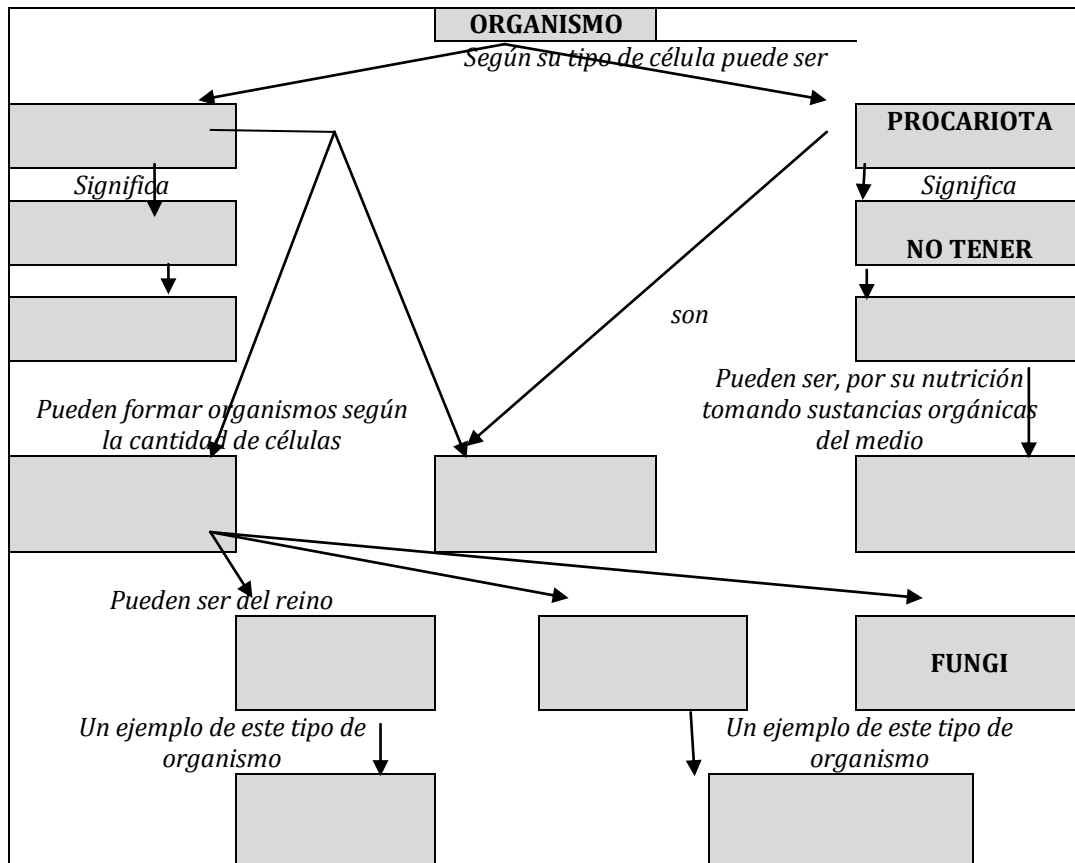
- ¿Qué sucedería si desapareciera la población de sapos? (1p)
-
- En un texto se encuentra la siguiente descripción sobre el halcón peregrino (1p)
Los piojos, garrapatas y ácaros a menudo infectan la piel y las plumas. Si bien puede aplicarse insecticida con cuidado evitando los ojos y las narinas, a veces es necesario recurrir a tratamientos inyectables. Al mismo tiempo, estos animales suelen ser afectados por gusanos que pueden vivir en el interior del cuerpo llegando a provocar infecciones severas con sangrado intermitente en el intestino, conduciendo incluso a la muerte del ave.
- En este caso se produce un tipo de relación denominada: (señala la respuesta correcta)
- Mutualismo
 - Competencia
 - Parasitismo
 - Predación
- Presta atención a la planta que aparece en la ilustración. Utiliza la clave de clasificación de "Reino Vegetal" y señala las opciones correctas (2p):
 - Es una planta vascular
 - Es una planta celular
 - Es una planta sin flores
 - Es una planta con flores
 - Atendiendo a la imagen total, podrías indicar que pertenece al bioma denominado (1p):
 - Selva
 - Bosque húmedo
 - Desierto
 - Pradera

CUESTIONARIO 1 Total de la evaluación: 32 puntos

Parte A. Trabajando con imágenes y diagramas (Total 19p)

1. Completa el siguiente diagrama.

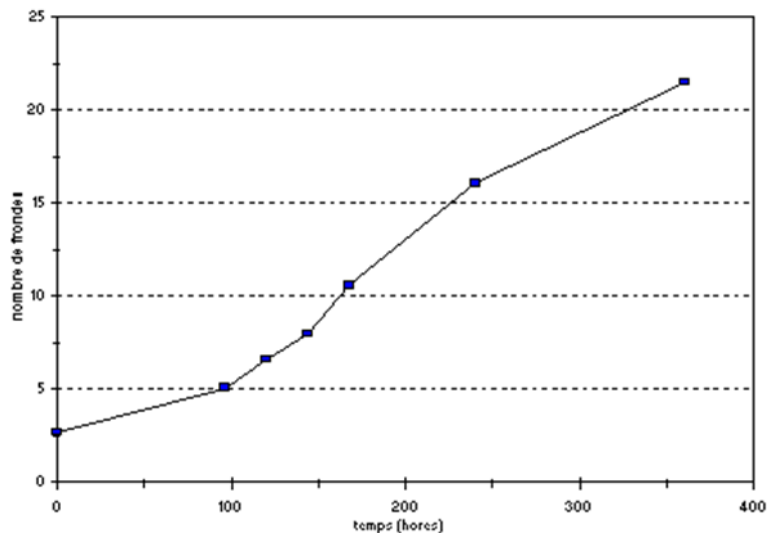
En este caso el concepto central es la **clasificación de los organismos**. Ten en cuenta lo resuelto en la carpeta y lo que aparece en el libro respecto de los reinos. **(5p)**



2. Interpretación de gráfica de Curva. Poblaciones. (3p)

A lo largo del tiempo las poblaciones sufren cambios, en lo que se denomina dinámica poblacional. **Interpreta**

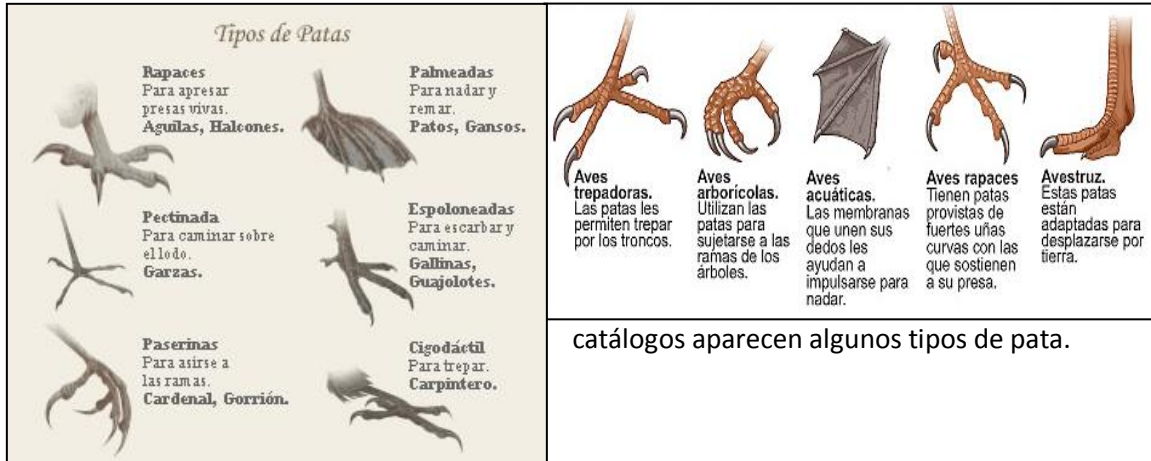
el gráfico referido a una población de plantas acuáticas (lentejas de agua) y **responde** a las preguntas que aparecen a continuación.



- 2.a. ¿Qué cantidad de brotes de “lentejas de agua” había a las 200 horas? _____
- 2.b. ¿En qué momento hubo mayor cantidad de “brotes”? _____
- 2.c. ¿Qué recurso del ambiente crees que será imprescindible para aumentar el número de brotes de esta planta? _____

3. Clasificación de seres vivos.

Las aves pueden ser clasificadas por el tipo de pata. Así por ejemplo en los siguientes



catálogos aparecen algunos tipos de pata.

Imagina que eres un investigador de los comportamientos de los animales. Trabajando en el campo encuentras las siguientes huellas. Utiliza los catálogos para responder:



- a. ¿A qué tipo de pata la asocias? _____ (1p)
- b. ¿Qué tipo de hábitos posee este ser vivo? _____ (1p)
- c. Buscas información sobre él y te enteras que:

[...] Tiene la cabeza y el cuello totalmente cubierto de plumas. La cola está sin desarrollar, pero tiene largas plumas que cuelgan y le cubren la parte posterior del cuerpo. Alcanzan su tamaño adulto a los 14 meses. Su coloración varía de gris pálido o parduzco a castaño y marrón. Su tamaño rara vez excede de 1.50 m y comúnmente llega a pesar de 25 a 35 kg. El macho y la hembra son bastante similares. Los machos son un poco más grandes y tienen más oscuro el color del plumaje.

[...] Es omnívoro. Su dieta consiste en hojas, retoños, frutas, granos, semillas e invertebrados, incluyendo grillos. Así como otros animales que logre atrapar como anfibios, reptiles y pequeños mamíferos. Los machos son polígamos (se aparean con más de una hembra) e incuban los huevos,

abandonando el nido sólo una hora diaria para buscar comida y agua. Varias hembras utilizan el mismo nido, y sólo un macho puede incubar hasta 50 huevos. La incubación dura entre 36 y 40 días, nacen polluelos con plumaje amarillo oscuro con rayas negras, que no regulan la temperatura corporal de modo perfecto, durante pocos días. Esta especie en general es muy sociable, son muy astutos, dóciles, y se mueven en grupos familiares de hasta seis (6) aves, excepto en la reproducción que pueden llegar a formar grupos de veinticinco (25) miembros. Habita zonas de estepas y praderas, prefiere la vegetación baja [...]

A partir del texto resuelve lo solicitado en las tablas I y II:

Tabla I (1 x 4 = 4p)

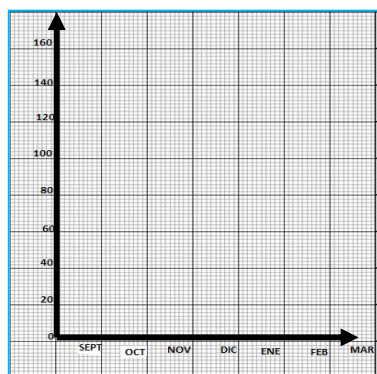
RASGO	CATEGORÍA DE CLASIFICACIÓN
Regulación de la temperatura corporal	ENDOTERMO - ECTOTERMO
Tipo / Filo	CORDADO – NO CORDADO
	Completa la categoría
Clase	
Denominación: Rheidae	

Tabla II: completa indicando a qué tipo de estrategia hace referencia el texto inserto. (1x5=5p)

TIPO DE ESTRATEGIA ADAPTATIVA	EXPRESIÓN QUE JUSTIFICA
	<i>cabeza y el cuello totalmente cubierto de plumas</i>
	<i>incuban los huevos, abandonando el nido sólo una hora diaria para buscar comida y agua</i>
	<i>no regulan la temperatura corporal de modo perfecto, durante pocos días.</i>
	<i>se mueven en grupos familiares de hasta seis (6) aves</i>
	<i>coloración varía de gris pálido o parduzco a castaño y marrón.</i>

Parte B. Problemas (Total 13p)

- En un área de 60 m² viven 110 individuos de una población de aves. En el mes de octubre nacen 15 individuos. En el mes de diciembre, una intensa sequía provoca la muerte de 25 individuos y emigran (se van) 50 individuos. En febrero inmigran (llegan) 15 individuos.
 - ¿Cuántos individuos hay en el final del año? (1p)
 - Representa los datos en la gráfica: marca puntos y une con una línea. (3p)



2. Asocia las representaciones de los diferentes seres vivos en relación al modo de obtener alimento. Para ello trabaja sobre la tabla III. (5p)

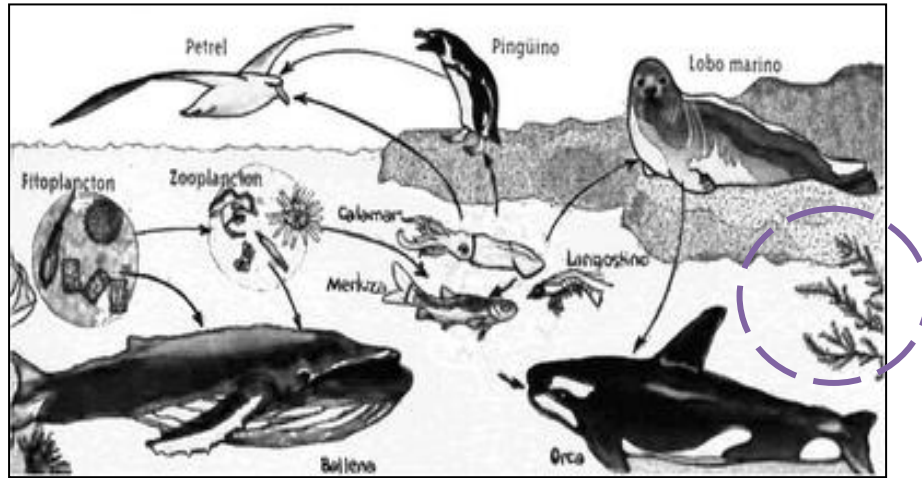


Tabla III

SER VIVO	FORMA DE OBTENER ALIMENTO (tacha lo que no corresponde)
Ballena	PRODUCTOR – CONSUMIDOR 1- CONSUMIDOR 2 - DESCOMPONEDOR
Calamar	PRODUCTOR – CONSUMIDOR 1- CONSUMIDOR 2 – DESCOMPONEDOR
Pingüino	PRODUCTOR – CONSUMIDOR 1- CONSUMIDOR 2 – DESCOMPONEDOR
Zooplancton	PRODUCTOR – CONSUMIDOR 1- CONSUMIDOR 2 – DESCOMPONEDOR
Fitoplancton	PRODUCTOR – CONSUMIDOR 1- CONSUMIDOR 2 - DESCOMPONEDOR

- ¿Qué sucedería si desapareciera la población de lobos marinos? (1p) _____
- En un texto se encuentra la siguiente descripción sobre los pingüinos:

Los efectos del calentamiento global han alterado las temperaturas de los ecosistemas de estas emblemáticas especies y, causa de ello, es que la garrapata Ixodes Uriae estaría habitando en otras latitudes como la Antártica. [...] Esta garrapata actúa como vector (transmisor) de virus, bacterias y protozoos que alteran la salud de estas especies. El pingüino de Humboldt por ejemplo está en peligro de extinción, resultado entre otras cosas a que son aves dóciles y siguen al "líder" que puede ser un humano, además son resistentes al dolor. El pingüino emperador forma colonias, donde los adultos machos y hembras se ayudan unos a otros para asistir a las demandantes crías. Se comunican mediante sonidos y suelen organizarse para cazar juntos: peces, calamares y crustáceos.



La garrapata y el pingüino desarrollan un tipo de relación denominada: (señala la respuesta correcta) (1p)

- Mutualismo
- Competencia
- Parasitismo
- Predación

Presta atención al alga que aparece en la ilustración. Utiliza la clave de clasificación de "Reino Vegetal" y señala las opciones correctas: (2p)

- Es una planta vascular
- Es una planta celular
- Es una planta sin flores
- Es una planta con flores

Anexo 3

Instrumento de exploración inicial
aplicado a estudiantes del Profesorado
de Biología

VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO SOBRE LAS REPRESENTACIONES DE GRÁFICAS CARTESIANAS EN EL SUB-DOMINIO DE LA BIOLOGÍA DE POBLACIONES, EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA Y DE PROFESORADO

Solicito su colaboración como juez para la validación del “Cuestionario sobre las representaciones de gráficas cartesianas en el sub-dominio de la Biología de poblaciones en estudiantes de secundaria y de profesorado”.

Mediante este cuestionario se pretende recopilar información sobre el uso y dificultades presentadas por los jóvenes en el proceso de enseñanza y aprendizaje escolar, respecto de la conceptualización específica de esa rama de la ciencia, como los juicios didácticos de la pertinencia o no de diversas representaciones por parte de profesores en ejercicio.

Le ruego que valore cada uno de los ítems en **escala de 1 a 6** teniendo en cuenta los criterios:

- **PERTINENCIA:** Grado en que la cuestión resulta adecuada para el modelo, la dimensión y el ámbito en que se incluye.
- **CLARIDAD:** Grado en que la cuestión será comprendida fácilmente por los sujetos, dada su claridad y precisión.

El valor **1** indica **mínima** pertinencia o claridad en la cuestión planteada y el valor **6** indica **máxima** pertinencia o claridad en la misma.

Lugar _____	Fecha _____	Edad _____	Sexo F - M
Estudios (indique el año que está cursando)			

Lea el texto y analice los gráficos de esta página y la siguiente a modo de introducción y resuelva las acciones que aparecen a continuación:

Zonotrichia capensis en Argentina

El nombre de este pájaro de tamaño pequeño y de copete con rayas negras, resulta ser una interesante anécdota originada en posibles errores de su escritura. El género: *Zonotrichia*, se refiere a las zonas (zonae) o franjas negras que adornan su cabeza, trichia a sus plumas. En cambio su especie: *capensis*, es una latinización del nombre del lugar de avistaje de esta ave.

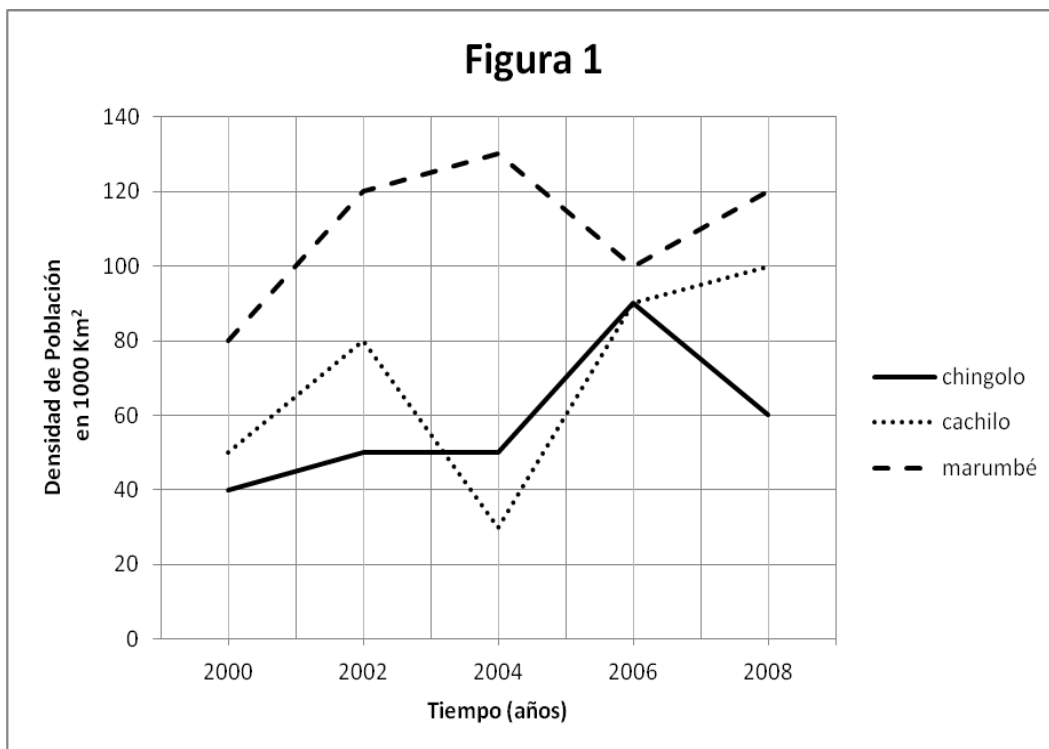
La palabra *capensis* se refiere al Cabo de Buena Esperanza en África, es aquí donde aparece la confusión porque debería haber sido *cayensis*, alusivo a la ciudad de Cayena, capital de la Guayana Francesa en América del Sur en donde se avistaron estas aves. Probablemente se escribió una



“p” en lugar de una “y” en los textos originales. En todo el territorio argentino se pueden encontrar ejemplares de *Zonotrichia capensis* con diferentes denominaciones populares: *chingolo* en la Patagonia, *cancho* en el norte, *marumbé* en el litoral, *cachilo* en el este.

Es un ave que puebla diversos ecosistemas, con excepción de las selvas cerradas. Se mueve a media y baja altura en los bosques, pastizales y en agroecosistemas. Es omnívoro consumiendo esencialmente semillas y algunos insectos. Si las semillas contienen altos valores de fenoles no son consumidas por estas aves.

El siguiente gráfico (Figura 1) describe la densidad de población de estas aves avistadas en una extensión de 1000 km² en distintas regiones argentinas, desde el año 2000 hasta el 2008.



Valore el grado de acuerdo o desacuerdo con la afirmación que aparece, siendo:

1	2	3	4	5	6
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Marca sólo un número en cada una de las respuestas:

1. La cantidad de variables que puedes observar en la gráfica es igual a:	
a) Tres	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
b) Cuatro	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
c) Cinco	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
Comentarios:	

2. Con relación a las variables estudiadas se puede afirmar que:	
a) el tiempo es dependiente de la densidad de población.	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
b) la densidad de población de <i>chingolos</i> es independiente del tiempo, pero no la de <i>cachilos</i> .	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
c) la densidad de población de <i>chingolos</i> , <i>cachilos</i> y <i>marumbés</i> dependen del tiempo	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
Comentarios:	
3. En el año 2006 la cantidad de <i>chingolos</i> es:	

a) Mayor a la cantidad de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) Menor a la cantidad de <i>marumbé</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Igual a la cantidad de <i>marumbé</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

4. A partir de la lectura del texto puedo deducir que:	
a) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> forman una población.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> forman diferentes poblaciones.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> no forman una población.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

5. El valor de la ordenada para cada uno de los censos es:	
a) 40; 50; 50; 90; 60 respectivamente para la densidad <i>Zonotrichia capensis</i> en la Patagonia.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) 80; 50; 130; 90; 60 respectivamente para la densidad de <i>Zonotrichia capensis</i> en el Litoral.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) 50; 80; 30; 90; 100 respectivamente para la densidad de <i>Zonotrichia capensis</i> en el Este.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

6. A partir de la interpretación de los gráficos, puedo decir que “el eje de las ordenadas” contiene información sobre:	
a) La dimensión temporal expresada en una escala anual.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) La dimensión temporal expresada en una escala bianual.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) La densidad de población expresada en número de individuos avistados en 1000 km ² .	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

7. En el año 2004 tuvo lugar un derramamiento de “inyecciones letales” (inyección de fenol de 10 cm³) en alguna de las localidades de esta especie. A la vista de las gráficas, ¿sabrías decir en cuál de ellas?	
a) En la Patagonia	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) En el Litoral.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

c) En el Este.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
----------------	-----------------------

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

8. La población de cachilos:	
a) aumenta al pasar los años	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) disminuye al pasar los años	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) aumenta del mismo modo que la población de <i>marumbé</i> a partir del año 2006	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

9. En el año 2006 la población de aves:	
a) de <i>chingolos</i> es menor a la población en el año 2008	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) de <i>chingolos</i> es mayor a la población en el año 2008	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) de <i>chingolos</i> se mantiene igual a la población en el año 2008	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

10. La densidad de población de estas aves avistadas en una extensión de 1000 km² en distintas regiones argentinas, globalmente entre el año 2000 y el 2008	
a) es directamente proporcional al tiempo transcurrido	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) es inversamente proporcional al tiempo transcurrido	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) se mantiene invariable en el tiempo transcurrido	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

11. La variación en las densidades de población de <i>cachilo</i> y <i>marumbe</i>, en el año 2002, difieren en:	
a) 40 individuos /km ²	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) 50 individuos /km ²	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) 30 individuos /km ²	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

12. La densidad de población de <i>Zonotrichia capensis</i> en las diferentes regiones argentinas:	
a) aumenta siempre cada dos años	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) a veces aumenta, a veces disminuye, cada dos años	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) disminuye siempre cada dos años	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

13. En el año 2000, no coinciden los puntos de densidad correspondiente a estas aves, pero:	
a) la de <i>chingolo</i> es el doble a la de <i>cachilo</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) la de <i>chingolo</i> es el doble a la de <i>marumbé</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) la de <i>marumbé</i> es el doble a la de <i>cachilo</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

14. Si la densidad de población de <i>cachilos</i> en el año 2006 aumenta al doble en el año 2010, entonces, ¿Cuál será el valor de la densidad de población de estas aves en ese año?	
a) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>chingolos</i> y el tiempo en años.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>cachilos</i> por km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>cachilos</i> en 1000 km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

15. El cálculo correcto en la solución del problema anterior es:	
a) 2x90	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) 2x180	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) 2x100	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

16. La respuesta correcta al cálculo planteado en el problema del ítem 14 es:	
a) 140	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) 130	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) 180	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

17. Si se considera en la población de <i>cachilos</i>, t a la variable que mide el tiempo y d la densidad de población, se puede afirmar que la relación entre ellas está dada por:	
a) $d = 2t$	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) $d = 3t + 2$	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) $d = t^2$	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

18. Con respecto a la relación que se establece entre las variables dadas en la gráfica se puede afirmar que entre los años 2000 y 2002, la variación de marumbé es:	
a) mayor que la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) menor que la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) igual a la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

19. Observando la densidad de población de estas aves, se puede afirmar que:	
a) la población de <i>cachilos</i> en el año 2002 es un 50% mayor a la de <i>marumbés</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) la población de <i>marumbés</i> en el año 2002 es un 50% mayor a la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) la población de <i>cachilos</i> en el año 2000 es un 25% mayor a la de <i>chingolos</i>	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

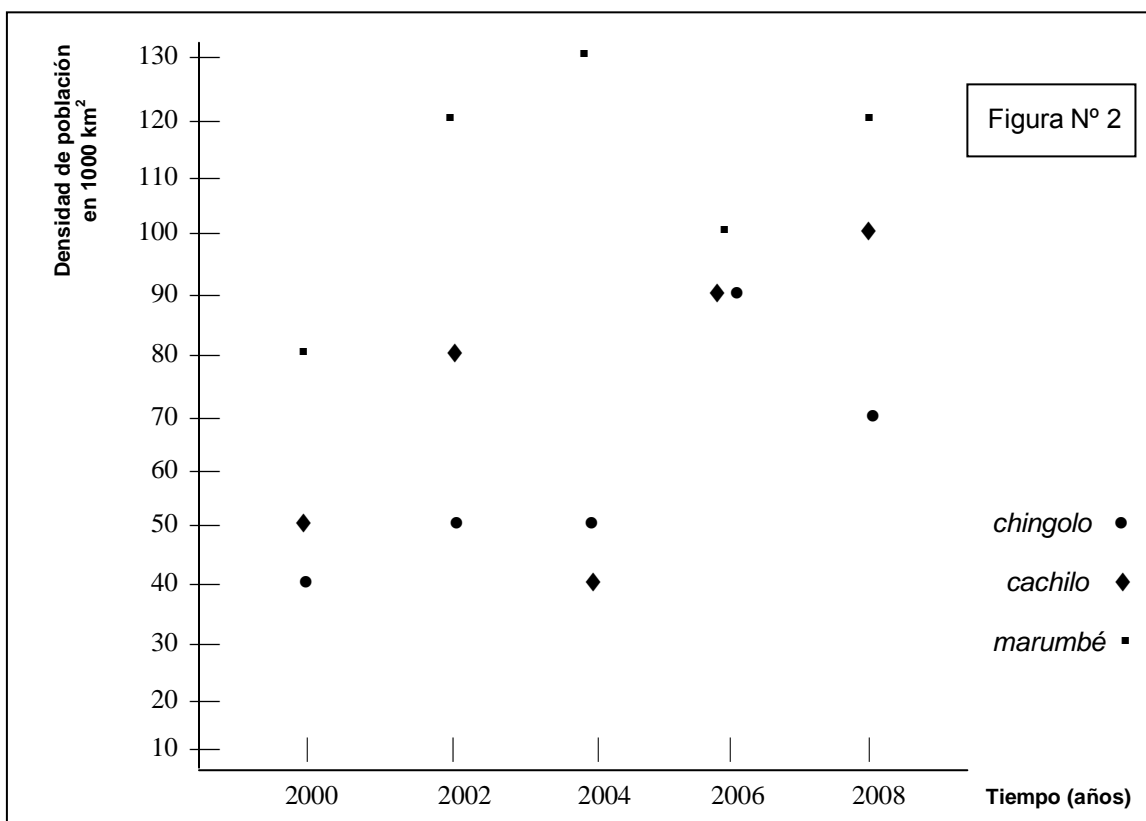
Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

20. Si <i>chingolos</i> y <i>cachilos</i> en el año 2006 coincidieran en un mismo territorio y atendiendo a la gráfica, se puede afirmar que:	
a) se produce una relación de competencia intraespecífica (entre los individuos de la misma especie).	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) se produce una relación de competencia interespecífica (entre individuos de diferentes especies).	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) se produce una relación de parasitismo (interacción en la cual uno de los organismos consigue mayor beneficio que el otro).	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

Esta sección se aplica solo a los alumnos que cursan el profesorado de Biología.

Información relativa a la didáctica



1. En su opinión, este material es adecuado para estudiantes:

a) de edades comprendidas entre 13 y 16 años.	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
b) de edad mayor a 16 años.	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6
c) no es adecuado para ningún rango de edad.	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6

OBSERVACIONE!

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
Comentarios:	

2. Con respecto al texto y gráficas propuestas se puede considerar que:	
a) el texto es accesible, pero las gráficas no.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) El texto y la gráfica 1 son accesibles, pero la gráfica 2 no.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Las gráficas no son accesibles porque no ostentan los datos de los ejes.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
OBSERVACIONES:	

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

3. Teniendo en cuenta la identificación de las variables se puede establecer que para el nivel secundario, serían recursos didácticos de interés reconocer:	
a) Establecer el número de variables.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) Reconocer el tipo y valor de las variables.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Asignar un valor nuevo a las variables.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

4. Para que los estudiantes comprendan mejor las gráficas, crees que sería potencialmente mas adecuado:	
a) Ayudarles a encontrar la formula matemática que justifica esa relación.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) Ayudarles a establecer la relación entre dos puntos.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) Ayudarles a interpretar los patrones de tendencia general.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

5. Atendiendo a su labor en el aula:	
a) Utilizo estas gráficas, únicamente para exponer un contenido conceptual.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b) No utilizo este tipo de gráficas porque el alumnado no posee capacidades desarrolladas para su interpretación y aplicación.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c) No utilizo este tipo de gráficas porque en los libros de textos para el nivel no aparecen.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
OBSERVACIONES:	

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

6. Haciendo comparación en el diseño curricular de la escolaridad secundaria:	
a) el desarrollo de estas temáticas en el área de la Matemática no coincide temporalmente (ni en año de escolaridad ni en el ciclo escolar) con el tratamiento en el área de las Ciencias Naturales.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
b)el desarrollo de las representaciones mediante gráficas cartesianas es coincidente en ambas áreas, pero la formación de capacidades en los estudiantes es restringida y sólo pueden resolver ejercicios muy sencillos.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
c).desconozco la secuenciación de los contenidos de las áreas involucradas para la formación de estas capacidades en los estudiantes.	1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6
OBSERVACIONES:	

Pertinencia (1 a 6):	Claridad (1 a 6):
<i>Comentarios:</i>	

Anexo 4

Instrumento de exploración final
aplicado a estudiantes del Profesorado
de Biología

**CUESTIONARIO SOBRE LAS REPRESENTACIONES DE
GRÁFICAS CARTESIANAS EN EL SUB-DOMINIO DE LA BIOLOGÍA DE POBLACIONES.
ESTUDIANTES DE PROFESORADO**

Solicito su colaboración como futuro formador, en el completamiento del “*Cuestionario sobre las representaciones de gráficas cartesianas en el sub-dominio de la Biología de poblaciones*”

Mediante el mismo se pretende recopilar información sobre el uso y dificultades presentadas por los jóvenes en el proceso de enseñanza y aprendizaje escolar, respecto de la interpretación y la aplicación de estas representaciones gráficas, por un lado, y de la conceptualización específica en el contexto de la biología de poblaciones.

Lugar _____	Fecha _____	Edad _____	Sexo F - M
Estudios (indique el año que está cursando)			

Lea el texto y analice los gráficos presentados a modo de generar un contexto de trabajo. Advierta que tienen ambas presentaciones semejanza con lo que se puede encontrar en algunos de los soportes de ciencia escolar, los libros de texto. Posteriormente resuelva las acciones que aparecen a continuación:

Zonotrichia capensis en Argentina

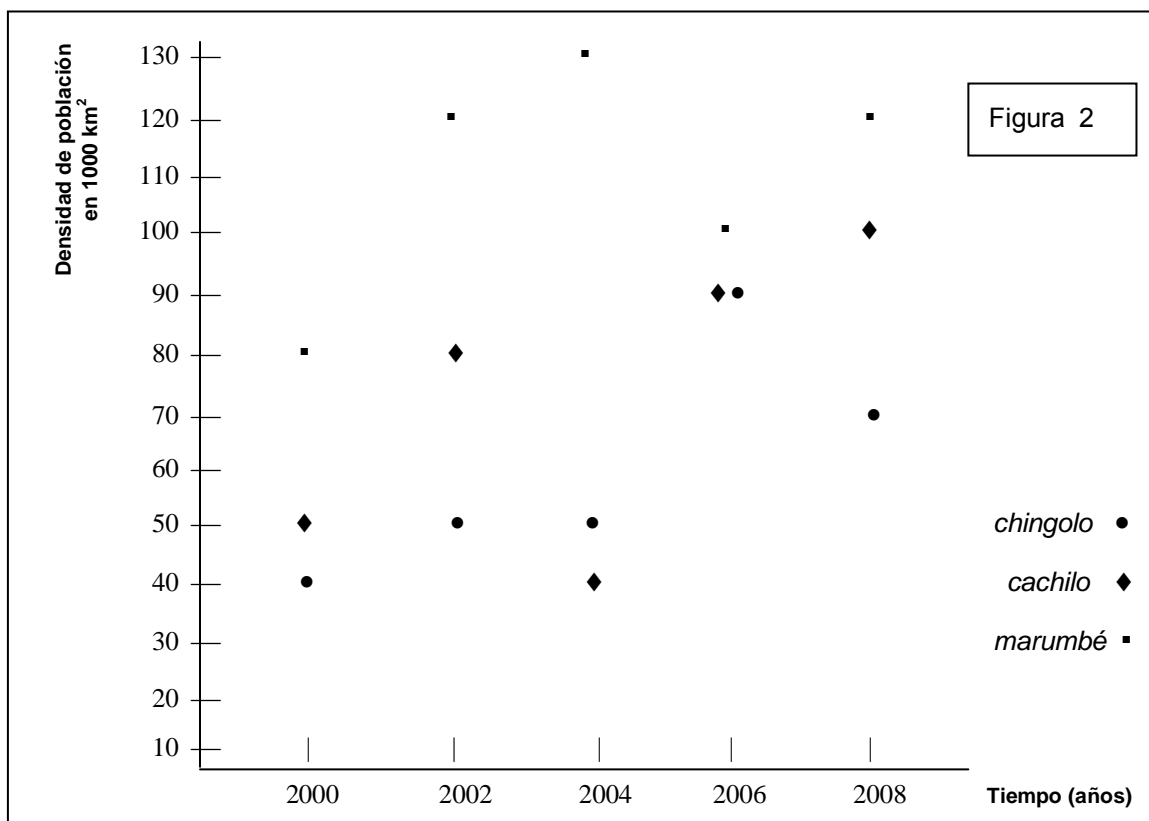
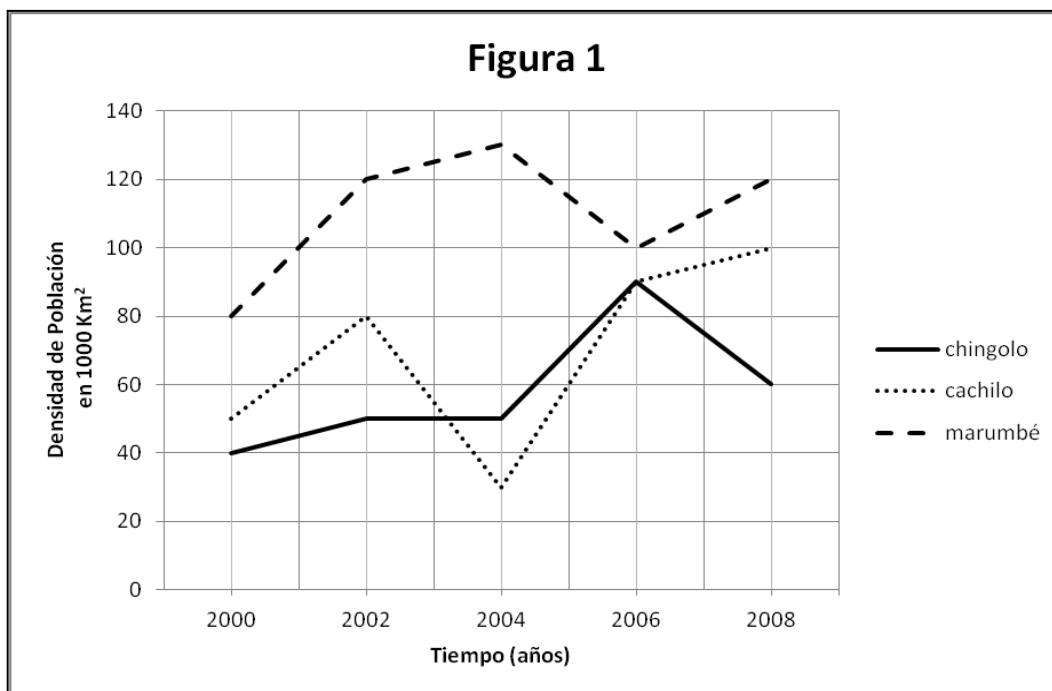
El nombre de este pájaro de tamaño pequeño y de copete con rayas negras, resulta ser una interesante anécdota originada en posibles errores de su escritura. El género: *Zonotrichia*, se refiere a las zonas (zonae) o franjas negras que adornan su cabeza, trichia a sus plumas. En cambio su especie: *capensis*, es una latinización del nombre del lugar de avistaje de esta ave. La palabra *capensis* se refiere al Cabo de Buena Esperanza en África, es aquí donde aparece la confusión porque debería haber sido *cayensis*, alusivo a la ciudad de Cayena, capital de la Guayana Francesa en América del Sur en donde se avistaron estas aves. Probablemente se escribió una “p” en lugar de una “y” en los textos originales. En todo el territorio argentino se pueden encontrar ejemplares de *Zonotrichia capensis* con diferentes denominaciones populares: *chingolo* en la Patagonia, *cancho* en el norte, *marumbé* en el litoral, *cachilo* en el este.



Es un ave que puebla diversos ecosistemas, con excepción de las selvas cerradas. Se mueve a media y baja altura en los bosques, pastizales y en agroecosistemas. Es omnívoro consumiendo esencialmente semillas y algunos insectos. Si las semillas contienen altos valores de fenoles no son consumidas por estas aves. Si ocurrieran derramamientos de fenoles contaminantes, estas aves se verían afectadas.

(Texto adaptado de <http://www.avesdelapatagonia.com.ar/chingolotx1.htm>)

Los siguientes gráficos (Figura 1 y Figura 2) describen la densidad de población de estas aves avistadas en una extensión de 1000 km² en distintas regiones argentinas, desde el año 2000 hasta el 2008.



Valore el grado de acuerdo o desacuerdo con la afirmación que aparece, siendo:

1	2	3
En desacuerdo	Ni acuerdo, ni desacuerdo	De acuerdo

Marca sólo un número en cada una de las respuestas:

1. La cantidad de variables que puedes observar en la gráfica es igual a:	
a) Tres	1 – 2 – 3
b) Cuatro	1 – 2 – 3
c) Dos	1 – 2 – 3
2. Con relación a las variables estudiadas se puede afirmar que:	
a) el tiempo es dependiente de la densidad de población.	1 – 2 – 3
b) la densidad de población de <i>chingolos</i> es independiente del tiempo, pero no la de <i>cachilos</i> .	1 – 2 – 3
c) la densidad de población de <i>chingolos</i> , <i>cachilos</i> y <i>marumbés</i> dependen del tiempo.	1 – 2 – 3
3. En el año 2006 la cantidad de <i>chingolos</i> es:	
a) Mayor a la cantidad de <i>cachilos</i> .	1 – 2 – 3
b) Menor a la cantidad de <i>marumbé</i> .	1 – 2 – 3
c) Igual a la cantidad de <i>marumbé</i> .	1 – 2 – 3
4. El valor de la variable dependiente para cada uno de los censos es:	
a) 40; 50; 50; 90; 60 respectivamente para la densidad de <i>chingolos</i> .	1 – 2 – 3
b) 80; 50; 130; 90; 60 respectivamente para la densidad de <i>marumbés</i> .	1 – 2 – 3
c) 50; 80; 30; 90; 100 respectivamente para la densidad de <i>cachilos</i> .	1 – 2 – 3
5. A partir de la interpretación de los gráficos, puedo decir que “el eje de las ordenadas” contiene información sobre:	
a) La dimensión temporal expresada en una escala anual.	1 – 2 – 3
b) La dimensión temporal expresada en una escala bianual.	1 – 2 – 3
c) La densidad de población expresada en número de individuos avistados en 1000 km ² .	1 – 2 – 3
6. Con respecto a la relación que se establece entre las variables dadas en la gráfica se puede afirmar que entre los años 2000 y 2002, la variación de <i>marumbé</i> es:	
a) mayor que la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3
b) menor que la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3
c) igual a la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3
7. A la vista de la figura 1, la población de <i>cachilos</i>:	
a) aumenta al pasar los años	1 – 2 – 3
b) disminuye al pasar los años	1 – 2 – 3
c) aumenta del mismo modo que la población de <i>marumbé</i> a partir del año 2006	1 – 2 – 3
8. En el año 2006 la población de aves:	

a) de <i>chingolos</i> es menor a la población en el año 2008	1 – 2 – 3
b) de <i>chingolos</i> es mayor a la población en el año 2008	1 – 2 – 3
c) de <i>chingolos</i> se mantiene igual a la población en el año 2008	1 – 2 – 3

9. La densidad de población de estas aves avistadas en una extensión de 1000 km² en distintas regiones argentinas, en tendencia general entre el año 2000 y el 2008	
a) es directamente proporcional al tiempo transcurrido	1 – 2 – 3
b) es inversamente proporcional al tiempo transcurrido	1 – 2 – 3
c) se mantiene invariable en el tiempo transcurrido	1 – 2 – 3

10. La variación en las densidades de población de <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i>, en el año 2002, difieren en:	
a) 40 individuos /km ²	1 – 2 – 3
b) 50 individuos /km ²	1 – 2 – 3
c) 30 individuos /km ²	1 – 2 – 3

11. La densidad de población de <i>Zonotrichia capensis</i> en las diferentes regiones argentinas:	
a) aumenta cada dos años	1 – 2 – 3
b) aumenta y disminuye, alternativamente, con intervalos regulares de dos años	1 – 2 – 3
c) disminuye cada dos años	1 – 2 – 3

12. En el año 2000, no coinciden las densidades de población correspondientes a estas aves, pero:	
a) la de <i>chingolo</i> es el doble a la de <i>cachilo</i>	1 – 2 – 3
b) la de <i>chingolo</i> es el doble a la de <i>marumbé</i>	1 – 2 – 3
c) la de <i>marumbé</i> es el doble a la de <i>cachilo</i>	1 – 2 – 3

13. Observando la densidad de población de estas aves, se puede afirmar que:	
a) la población de <i>cachilos</i> en el año 2002 es un 50% mayor a la de <i>marumbés</i> .	1 – 2 – 3
b) la población de <i>marumbés</i> en el año 2002 es un 50% mayor a la de <i>cachilos</i> .	1 – 2 – 3
c) la población de <i>cachilos</i> en el año 2000 es un 25% mayor a la de <i>chingolos</i> .	1 – 2 – 3

14. ¿Cuál será el valor de la densidad de población de <i>marumbé</i> en el año 2010, si se supone que aumentará el doble con respecto al año 2006?	
a) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>chingolos</i> y el tiempo en años.	1 – 2 – 3
b) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>marumbé</i> por km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3
c) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>marumbé</i> en 1000 km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3

15. A partir de la lectura del texto, y de los conocimientos sobre Biología de Poblaciones puedes deducir que:	
a) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> forman una población.	1 – 2 – 3
b) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> forman diferentes poblaciones.	1 – 2 – 3
c) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> no forman una población.	1 – 2 – 3

16. En el año 2006 se observan en el norte del país, una serie de ejemplares marcados con anillo que fueron objeto de estudios en la	
---	--

Patagonia. En este caso se podría deducir que hubo una migración y que atendiendo a la gráfica se podría haber producido:	
a) una relación de competencia intraespecífica por los recursos ambientales	1 – 2 – 3
b) una relación de competencia interespecífica por los recursos ambientales	1 – 2 – 3
c) el comienzo de un proceso de exclusión competitiva desfavorable para las aves inmigrantes.	1 – 2 – 3

17. En el año 2004 se resolvieron siembras de cereales utilizando semillas topicadas con fenoles, los cuáles actuaron como agentes disuasivos sobre las aves. Atendiendo a la gráfica, esta experiencia se puede haber resuelto en	
a).la región de la Patagonia.	1 – 2 – 3
b) la región del Litoral.	1 – 2 – 3
c) la región del Este.	1 – 2 – 3

La siguiente sección permitirá relevar el análisis de los estudiantes del profesorado de Biología, pues es relativa a la didáctica y el curriculum

1. En tu opinión, este material es adecuado para estudiantes:	
a) de edades comprendidas entre 13 y 16 años.	1 – 2 – 3
b) de edad mayor a 16 años.	1 – 2 – 3
c) no es adecuado para ningún rango de edad.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

2. Con respecto al texto y graficas propuestas se puede considerar que:	
a) el texto es accesible, pero las gráficas no.	1 – 2 – 3
b) la gráfica 2 es más comprensible que la gráfica 1.	1 – 2 – 3
c) las gráficas ayudan a comprender mejor el texto.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

3. Teniendo en cuenta la identificación de las variables se puede establecer que para el nivel secundario, las gráficas cartesianas serían recursos didácticos de interés, si el estudiante puede reconocer:	
a) la cantidad de variables involucradas en la representación gráfica.	1 – 2 – 3
b) el tipo de variables, es decir si son dependientes o independientes.	1 – 2 – 3
c) la relación algebraica que se puede definir entre las variables.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

4. Para que los estudiantes interpreten adecuadamente las gráficas, crees que sería potencialmente más adecuado:	
a) Ayudarles a encontrar la formula matemática que justifica esa relación.	1 – 2 – 3
b) Ayudarles a establecer la relación entre dos puntos.	1 – 2 – 3
c) Ayudarles a interpretar los patrones de tendencia general.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

5. El uso de las gráficas cartesianas como recurso para la comprensión de diversos conceptos, entre otros, el de la Biología de poblaciones, comparando con tu proceso de formación, puedes afirmar que:	
---	--

a) No ha sido un recurso utilizado con frecuencia o énfasis durante las clases en tu formación.	1 – 2 – 3
b) No es un recurso presente en los libros sugeridos u obligatorios en tu formación.	1 – 2 – 3
c) Es un recurso que vincula conceptos matemáticos, pero, ese dominio disciplinar no formó parte del curriculum del profesorado que transité.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

6. Haciendo comparación en el diseño curricular de la escolaridad secundaria :	
a) el desarrollo de las representaciones mediante gráficas cartesianas en el área de la Matemática no coincide temporalmente (ni en año de escolaridad ni en el ciclo escolar) con el tratamiento en el área de las Ciencias Naturales.	1 – 2 – 3
b) el desarrollo de las representaciones mediante gráficas cartesianas es coincidente en ambas áreas, pero la formación de capacidades en los estudiantes es restringida y sólo pueden resolver ejercicios muy sencillos.	1 – 2 – 3
c) desconozco la secuenciación de los contenidos de las áreas involucradas para la formación de capacidades en los estudiantes, vinculadas con la interpretación y uso de gráficas cartesianas.	1 – 2 – 3
OBSERVACIONES:	

Anexo 5

Resultados de la validación de los
expertos del instrumento de exploración

Tabla de resultados de la validación realizada por los expertos para los Instrumentos de nivel Secundario y de Profesorado de Biología

Jueces:

- a) Dr. Francisco González García (UGranada)
- b) Dr. Agustín Cervantes Madrid (UGranada)
- c) Dra. María Pilar Jiménez Tejada (UGranada)
- d) Dr. José Miguel Vilchez González (UGranada)
- e) Dra. Ana Maria Nuñez (UMendoza)
- f) Dr. Manuel Fernández González (UGranada)
- g) Dra. Manuela Jimeno (UMálaga)

Promedio en base a los puntajes dados.
 Porcentaje: basado en las dos mayores puntuaciones: 5 y 6.
No se consideran los que no puntúan

Ítem 1	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	5	6	3	5	4	5	4,85/71%
	Claridad	1	6	3	6	5	1	4	4/43%
Comentarios	Juez (a): Puede generar confusión a pesar de la pertinencia sobre todo al vincular con las sucesivas preguntas. Juez (b) idónea para ver variables y funcionalidad. Juez (c): No veo clara la necesidad de valorar el grado de acuerdo o desacuerdo en esta pregunta. La pregunta está claramente expresada; sin embargo el que tengan que valorar el grado de acuerdo o desacuerdo puede hacerles dudar. Quizá sería mejor poner dos números asociados a acuerdo o desacuerdo. Juez (d): Si bien la pregunta me parece pertinente al 100%, quizá no tanto el modo en el que se obtiene la respuesta. Por ejemplo, una persona que puntuase con 6 una opción no tiene más remedio que puntuar con 1 las otras dos. Algo más liso sería que alguien marcarse, por ejemplo y en orden, 2, 4, 5. La lectura sería que estaría en desacuerdo con que las variables fueran 3, algo de acuerdo en que sean cuatro, y de acuerdo en que son 5. ¿Cómo se interpretaría esto? Esta pregunta debería plantearse fuera de la escala Likert. Juez (e) : Sin comentarios. Juez (f) : Yo sólo veo dos variables, que son las que marcan los ejes. Las gráficas son variaciones de esas variables. Juez (g) : Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 57%

Ítem 2	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	6	6	6	6	5	5	6
Claridad	6	5	5	5	6	4	4	5	5/71%
Comentarios	Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): Propia para entender el gráfico multivariable. Clara. Juez (c): No veo claro que sean capaces de diferenciar entre el grado 1 y el 2, ni entre el grado 5 y 6. El 3 y el 4 si son adecuadas porque pueden indicar duda respecto a 2 ó 5. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): Podría decir variables representadas en lugar de variables estudiadas. Juez (f): El b) contiene un enunciado V y otro F ¿Cómo se valoraría? Juez (g) : Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 85,5%
Ítem 3	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	6	6	6	5	6	6	5,8/100%
Claridad	1	6	4	6	5	6	6	4,85/71%	
Comentarios	Juez (a): En esta pregunta se ve claramente que no tiene sentido la escala. La cantidad es la que es, no se puede estar algo de acuerdo, o respuestas en este sentido. ¿Qué diferencia habría entre totalmente de acuerdo y de acuerdo, si es que la cantidad de chingolos es la que es...? Juez (b): muy apropiada. Tener en cuenta la ubicación de la gráfica en la página con esta pregunta para facilitar la lectura y comparación. Juez (c): Me sucede lo mismo que en la pregunta 1. No veo clara la necesidad de valorar el grado de acuerdo o desacuerdo en esta pregunta. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): Sin comentarios. Juez (f): Sin comentarios. Juez (g): Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 85,5%
Ítem 4	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	3	6	1	5	3	5	4,14/57%
Claridad	6	6	5	6	5	5	5	4	5,3/86%
Comentarios	Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): No se habla en el texto de población, otra cosa seria si se quiere indagar sobre le concepto de población. Juez (c): No veo claro que sean capaces de diferenciar entre el grado 1 y el 2, ni entre el grado 5 y 6. El 3 y el 4 si son adecuadas porque pueden indicar duda respecto a 2 ó 5. Juez (d): ¿Por qué se pregunta sobre el texto, si el objetivo es la representación gráfica?								Promedio de pertinencia y claridad: 71,5%

	<p>Juez (e): Sin comentarios. Juez (f): ¿Se ha precisado el concepto de población? Juez (g) : Sin comentarios.</p>								
Ítem 5	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	2	6	6	5	4	5	4,3/71%
	Claridad	6	1	5	6	3	3	5	4,14/57%
Comentarios	<p>Juez(a): Sin comentarios. Juez (b): No entiendo la pregunta, intervalo de valores en la ordenada?, se mezcla innecesariamente como son las denominaciones de las aves sin dárselas explícitamente. Juez (c): No veo claro que sean capaces de diferenciar entre el grado 1 y el 2, ni entre el grado 5 y 6. El 3 y el 4 si son adecuadas porque pueden indicar duda respecto a 2 ó 5. Juez (d) : sin comentarios. Juez (e): Podría decir “En la representación gráfica, los valores de la variable dependiente en lugar de la ordenada..., el término ordenada es muy matemático y esto es acerca de biología y la aplicación de la matemática en esa disciplina. Juez (f) : Cambiar el nombre popular por el de la zona geográfica complica innecesariamente la cuestión. Juez (g) : Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 64%
Ítem 6	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	6	6	6	6	5	6	5,9/100%
	Claridad	6	6	No emite puntaje	6	6	6	5	5,8/86%
Comentarios	<p>Juez (a): Lo del número de individuos, como ya dije, no está nada claro. Podría confundir. Este es otro ejemplo en que lo de totalmente en desacuerdo y en desacuerdo no tiene mucho sentido. Las ordenadas dan valores de densidad, esa sería la respuesta correcta...entonces los alumnos dirían que totalmente de acuerdo o de acuerdo, ¿qué diferencia habría? Juez (b): Muy bien. Juez (c): No veo claro que sean capaces de diferenciar entre el grado 1 y el 2, ni entre el grado 5 y 6. El 3 y el 4 si son adecuadas porque pueden indicar duda respecto a 2 ó 5. Juez (d): sin comentarios. Juez (e): sin comentarios. Juez (f): sin comentarios. Juez (g) : Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 93%
Ítem 7	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje

	Pertinencia	6	6	6	6	5	6	5	5,7/100%
	Claridad	3	3	4	6	4	5	4	4,14/28%
Comentarios	<p>Juez (a): Yo no entiendo lo de las inyecciones letales, ¿es un vertido contaminante? Juez (b): especificar mejor como y que quiere decirse con este derramamiento. Juez (c): Si se supone que tiene que ser una la respuesta correcta (es “alguna” localidad y no “algunas”), no tiene sentido poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo. Juez (d): sin comentarios. Juez (e): Podría aclarar el relato que ese evento afectando o impactando en alguna de las localidades de esta especie. Juez (f): sin comentarios. Juez (g) : Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 64%
Ítem 8	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	6	6	6	6	4	6	5,7/86%
	Claridad	6	6	4	6	4	5	6	5,3/71%
Comentarios	<p>Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): Apropiaada, el alumno debe considerar los diferentes valores y tendencias para dar la respuesta. Juez (c): Al ser las respuestas claramente excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): Podría decir a la vista de la figura 1 la población ... Juez (f): Sin comentarios. Juez (g) : Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 78,5%
Ítem 9	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	6	6	6	6	6	6	6/100%
	Claridad	6	6	4	6	4	6	6	5,4/71%
Comentarios	<p>Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): ídem a la anterior. Juez (c): Al ser las respuestas claramente excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): ídem a la anterior. Juez (f): Sin comentarios. Juez (g) : Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 85,5%

Ítem 10	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	5	6	6	6	6	2	5
Claridad	6	6	6	5	6	4	1	5	4,7/71%
Comentarios	<p>Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): Bueno, directamente proporcional con alguna excepción, pondría o mencionaría como “tendencia general” o “globalmente con alguna excepción”. Juez (c): Por los mismos argumentos que anteriormente he indicado, dejaría únicamente cuatro números para elegir entre ellos. Juez (d): sin comentarios. Juez (e): ídem a la anterior. Juez (f): No se sabe si se refiere a la totalidad de la población o a la de cada zona. Juez (g) : Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 78,5%
Ítem 11	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	6	6	6	6	6	6	6/100%
	Claridad	6	6	4	6	4	6	5	5,30/71%
Comentarios	<p>Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): Apropiaada Juez (c): Al ser las respuestas claramente excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): ídem a la anterior. Juez (f): Sin comentarios. Juez (g) : Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 85,5%
Ítem 12	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	4	6	6	4	4	6	5,14/57%
	Claridad	6	5	4	6	3	6	5	5/71%
Comentarios	<p>Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): ídem a la anterior, pero con más dificultad. Juez (c): Al ser las respuestas claramente excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): Ídem anterior pero además: El “a veces” puede presentar ambigüedad en la respuesta porque no es un cuantificador Juez (f): Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 64%

	Juez (g) : Sin comentarios.								
Ítem 13	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	6	6	6	6	5	3	6	5,4/86%
	Claridad	6	6	5	4	4	6	5	5,14/71%
Comentarios	Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): apropiada. Juez (c): No veo claro que sean capaces de diferenciar entre el grado 1 y el 2, ni entre el grado 5 y 6. El 3 y el 4 si son adecuadas porque pueden indicar duda respecto a 2 ó 5. Juez (d): Cambiaría el enunciado por: “En el año 2000, no coinciden las densidades de población correspondiente a estas aves, pero: Juez (e): ídem anteriores. Juez (f): Sin comentarios. Juez (g) : Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 78,5%
Ítem 14	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	3	1	6	6	4	1	5	3,7/43%
	Claridad	3	4	2	6	1	1	4	3/14%
Comentarios	Juez (a): es confusa la redacción. Juez (b): confusa por lo del año 2010 que no viene en la grafica y no se menciona, además reenlazar diferentes propuestas que para dar respuesta a las anteriores ya se debería haber manejado esas dependencias funcionales, se podría trabajar sobre la del 2006 y simplificaría las propuesta a), b) y c). Juez (c): Al no corresponder la respuesta a la pregunta que se hace podría generar dudas. Sería conveniente cambiar la pregunta para adaptarla a las respuestas que se consideran. Juez (d): sin comentario. Juez (e): No son claras las opciones de respuesta en relación a la pregunta y las posibles intenciones de respuesta Juez (f): Parece que se pide un número concreto (Luego aparece en la 15). Juez (g) : Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 28,5%
Ítem 15	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	1	6	6	6	2	1	4	3,7/43%
	Claridad	1	3	5	6	No emite puntaje	6	5	3,7/43%
Comentarios	Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): el alumno debe interpretar que valor esta exactamente en la mitad del tramo, se pondrían poner valores intermedios 60, 70, 80, 90? Juez (c): Si se cambia la pregunta 14 ésta quizá también habría que cambiarla o ponerla en su lugar. Al ser las respuestas claramente								Promedio de pertinencia y claridad:

	excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo. Juez (d): sin comentarios. Juez (e): No aporta valor a lo propuesto Juez (f): Sin comentarios. Juez (g) : Sin comentarios.							claridad: 43%	
Ítem 16	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	No emite puntaje	1	No emite puntaje	1	2	1	1	0,8/0%
	Claridad	No emite puntaje	6	2	6	No emite puntaje	3	6	3,2/43%
Comentarios	<p>Juez (a): La cadena de preguntas 14-15-16 no me parece pertinente. Dejaría solo la 14 con una redacción más simple.</p> <p>Juez (b): Porque se propone nuevos resultados numéricos?, se podría poner en la anterior o no ponerla la pregunta.</p> <p>Juez (c): Al leer esta pregunta pueden pensar que es similar a la anterior y puede generar dudas. Habría que modificar algo la pregunta anterior. Ésta incluso se podría eliminar, aunque permitiría que pusieran en duda lo que han respondido en la anterior. Al ser las respuestas claramente excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo.</p> <p>Juez (d): ya se ha hecho en la 15.</p> <p>Juez (e): No aporta valor, no se corresponde con un análisis de gráficas cartesianas, salvo que se le indique que corrobore su respuesta anterior con el valor que tiene la variable dependiente en el año 2010.</p> <p>Juez (d): Equivale a dudar si el alumno sabe multiplicar por 2 o no</p> <p>Juez (g) : Sin comentarios.</p>							Promedio de pertinencia y claridad: 21,5%	
Ítem 17	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	1	2	6	6	1	1	4	3/28%
	Claridad	1	2	5	1	No emite puntaje	1	4	2/14%
Comentarios	<p>Juez (a): Con perdón, esta cuestión está fuera de lugar.</p> <p>Juez (b): Confusa, como se tiene en cuenta el valor descendente? A largo plazo si es proporcional, creo que es difícil sacar la ecuación.</p> <p>Juez (c): No veo claro que sean capaces de diferenciar entre el grado 1 y el 2, ni entre el grado 5 y 6. El 3 y el 4 si son adecuadas porque pueden indicar duda respecto a 2 ó 5.</p> <p>Juez (d): ¿Se está refiriendo a las cuestiones anteriores? En la gráfica general no se verifica ninguna de las ecuaciones proporcionadas</p> <p>Juez (e): Es incorrecto científicamente porque las unidades de densidad y de tiempo no se pueden expresar de ese modo, densidad está evaluada en cantidad de individuos y el tiempo en años.</p> <p>Juez (f): ¿t es el año o un intervalo de tiempo?</p> <p>Juez (g): Sin comentarios.</p>							Promedio de pertinencia y claridad: 21%	
Ítem 18	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio

									/porcentaje
	Pertinencia	6	6	No emite puntaje	4	5	4	6	4,4/57%
	Claridad	6	6	No emite puntaje	6	5	6	5	4,9/86%
Comentarios	Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): Ídem a 12 y 13. Juez (c): Al ser las respuestas claramente excluyentes no creo necesario que haya que poner seis números. Valdría solo con dos: de acuerdo o en desacuerdo. Juez (d): Se demandan capacidades repetitivas. Ya se han hecho comparaciones en preguntas anteriores. Juez (e): Sin comentarios. Juez (f): Sin comentarios. Juez (g) : Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 71,5%
Ítem 19	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	3	6	6	6	5	6	5	5,3/86%
	Claridad	6	6	5	6	4	5	4	5,14/71%
Comentarios	Juez (a): Hay mucha tendencia a cuantificar o matematizar las respuestas. Juez (b): Sin comentario. Juez (c): No veo claro que sean capaces de diferenciar entre el grado 1 y el 2, ni entre el grado 5 y 6. El 3 y el 4 si son adecuadas porque pueden indicar duda respecto a 2 ó 5. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): Sin comentarios. Juez (f): Sin comentarios. Juez (g): Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 78,5%
Ítem 20	Jueces	a	b	c	d	e	f	G	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	1	2	No emite puntaje	1	1	6	1	1,7/14%
	Claridad	Emite : No calificable	5	No emite puntaje	6	No emite puntaje	4	1	2,3/28%
Comentarios	Juez (a): ¿Realmente estudian estos conceptos? ¿A qué alumnos se dirige el cuestionario? Creo que solo un ecólogo bien experto sabría responder a esto. Juez (b): No tengo claro su pertinencia, tengo dudas de la pregunta soy físico, quizás traten de indagar conceptos que no están en el								Promedio de pertinencia y claridad: 21%

	<p>texto.</p> <p>Juez (c): Creo que para las pretensiones del estudio esta pregunta no es pertinente.</p> <p>Juez (d): No tiene nada que ver con la gráfica.</p> <p>Juez (e): Sólo observando la gráfica se puede analizar esta proposición? La gráfica no indica que haya competencia de especies ni que pueden excluirse.</p> <p>Juez (f): Sin comentarios.</p> <p>Juez (g): Sin comentarios.</p>	
--	---	--

Ítems específicos para el profesorado, en el marco de la Didáctica y el Curriculum

Ítem 1	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	No emite puntaje	6	6	6	6	6	5	6
Claridad	No emite puntaje	6	6	6	6	6	4	6	5,7/71%
Comentarios	<p>Juez (a): Para estudiantes mayores de 18, en relación a algunos conceptos de ecología.</p> <p>Juez (b): Sin comentarios.</p> <p>Juez (c): Sin comentarios.</p> <p>Juez (d): En todas las cuestiones, más que “Observaciones” creo que se deberían pedir “Explicaciones”.</p> <p>Juez (e): Sin comentarios.</p> <p>Juez (f): ¿Por qué tres opciones? Se solapan. Quizás con una bastaría.</p> <p>Juez (g) : Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 85,5%
Ítem 2	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	No emite puntaje	5	6	6	1	No emite puntaje	5	4,6/57%
Claridad	No emite puntaje	5	1	6	No emite puntaje	No emite puntaje	5	4,25/42%	
Comentarios	<p>Juez(a): ¿Qué gráficas 1 y 2?</p> <p>Juez (b): Sin comentarios.</p> <p>Juez (c) : Sin comentarios.</p> <p>Juez (d): Sin comentarios.</p> <p>Juez (e): Sólo se presenta una gráfica, la figura 1.</p> <p>Juez (f): ¿Dónde están las gráficas 1 y 2? (Nota: Aquí se produjo un error en los envíos, entonces tres jueces recibieron los materiales con sólo una gráfica en lugar de dos. Los reenvíos de documentos con lo correcto desde la gráfica (era lo único faltante) no fueron tomados por estos jueces, por ello las preguntas.)</p> <p>Juez (g): Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 49,5%

Ítem 3	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	No emite puntaje	4	6	6	1	6	4	5,5/43%
Claridad	No emite puntaje	4	2	6	No emite puntaje	6	4	4,4/28%	
Comentarios	Juez (a): la c) no tiene sentido alguno en secundaria y dudo que en universidad les quede claro a muchos estudiantes. Juez (b): Sin comentarios. Juez (c): He de suponer que el recurso de interés por el que preguntas son las gráficas. Sin embargo, no se pone explícitamente en la pregunta. Creo que habría que ponerlo. Juez (e): ¿A qué recursos se refiere? Será a la utilización de gráficas cartesianas en el proceso de enseñanza? Si es así está mal enunciada la proposición. Juez (f): Sin comentarios. Juez (g): Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 35,5%
Ítem 4	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	No emite puntaje	5	6	6	4	5	5	4,4/71%
Claridad	No emite puntaje	6	1	6	3	5	5	3,7/57%	
Comentarios	Juez (a): No tiene sentido. Juez (b): Sin comentarios. Juez (c): No se entiende el ítem c. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): El “comprendan” es demasiado genérico, en general se pretende que comprendan el concepto de la biología, usando como recurso la interpretación de gráficas cartesianas. Juez (f): 4a está relacionada con 3c. Juez (g): Sin comentarios.								Promedio de pertinencia y claridad: 64%
Ítem 5	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	No emite puntaje	5	6	6	2	5	6	4,3/71%
Claridad	No emite puntaje	4	2	6	No emite puntaje	4	5	4,2/28%	
Comentarios	Juez (a): Sin comentarios. Juez (b): Sin comentarios. Juez (c): He de suponer que la temática en cuestión son las gráficas. Habría que añadir de qué temática se trata. Juez (d): Sin comentarios. Juez (e): La temática es de la biología el recurso de utilizar gráficas cartesianas es lo que puede haber sido o no abordado en su etapa de formación.								Promedio de pertinencia y claridad: 49,5%

	Juez (f): 5a y 5b se solapan “curricula” es plural (en latín), mejor: “los curricula”. Juez (g): Sin comentarios.								
Ítem 6	Jueces	a	b	c	d	e	f	g	Promedio /porcentaje
	Pertinencia	No emite puntaje	No emite puntaje	6	6	2	5	5	4,8/57%
	Claridad	No emite puntaje	No emite puntaje	2	6	No emite puntaje	3	5	4/28%
Comentarios	<p>Juez (a): Para la pregunta 5 y 6 estoy en la opción c), no conozco en profundidad el curriculum.</p> <p>Juez (b): No puede responder porque no esta en secundaria.</p> <p>Juez (c): Pienso lo mismo que para la pregunta 5. El ítem c) habría que abreviarlo y ponerlo algo más claro.</p> <p>Juez (d): Sin comentarios.</p> <p>Juez (e): En este punto también creo que la temática no es la matemática, ella es solamente una herramienta para abordar la temática de la Biología.</p> <p>Juez (f): Alguna opción (6a) suena a V/F.</p> <p>Juez (g): Sin comentarios.</p>								Promedio de pertinencia y claridad: 42,5%

Anexo 6

Cuestionario Pretest- Postest aplicado a estudiantes de Educación Secundaria

**CUESTIONARIO SOBRE LAS REPRESENTACIONES GRÁFICAS CARTESIANAS EN EL SUB-DOMINIO DE LA BILOGÍA DE POBLACIONES.
ESTUDIANTES DE SECUNDARIA**

Solicito tu colaboración en el completamiento del “Cuestionario sobre las representaciones de gráficas cartesianas en el sub-dominio de la Biología de poblaciones”

Mediante el mismo se pretende recopilar información sobre el uso y dificultades presentadas por los jóvenes como tú en el proceso de aprendizaje escolar respecto de la interpretación y la aplicación de estas representaciones gráficas, por un lado; y de la conceptualización específica en el contexto de la biología de poblaciones, por el otro.

Lugar _____	Fecha _____	Edad _____	Sexo F - M
Estudios (indique el año que está cursando)			

Lee el texto y analiza los gráficos presentados a modo de generar un contexto de trabajo. Advierte que tienen ambas presentaciones semejanza con lo que se puedes encontrar en algunos de los soportes de ciencia escolar, los libros de texto. Posteriormente resuelve las acciones que aparecen a continuación:

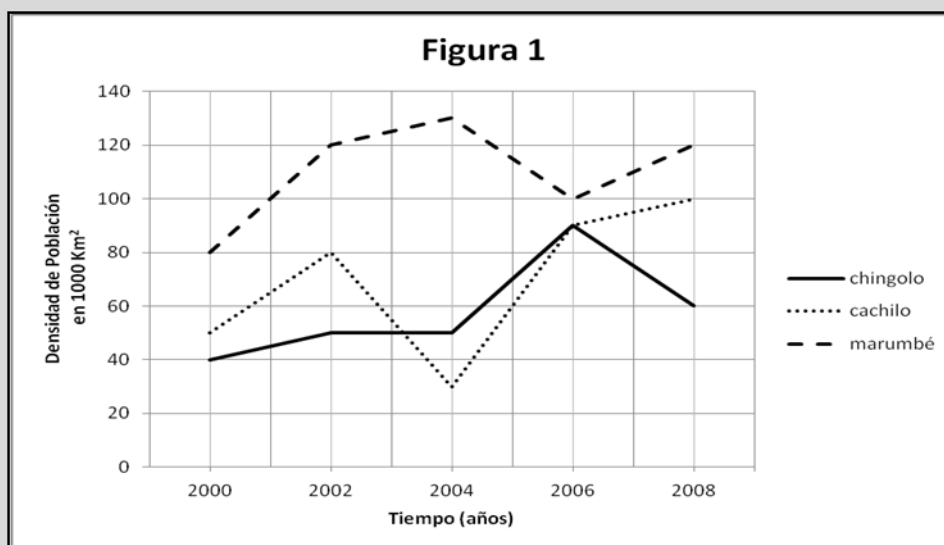
Zonotrichia capensis en Argentina

El nombre de este pájaro de tamaño pequeño y de copete con rayas negras, resulta ser una interesante anécdota originada en posibles errores de su escritura. El género: *Zonotrichia*, se refiere a las zonas (zonae) o franjas negras que adornan su cabeza, trichia a sus plumas. En cambio su especie: *capensis*, es una latinización del nombre del lugar de avistaje de esta ave. La palabra *capensis* se refiere al Cabo de Buena Esperanza en África, es aquí donde aparece la confusión porque debería haber sido *cayensis*, alusivo a la ciudad de Cayena, capital de la Guayana Francesa en América del Sur en donde se avistaron estas aves. Probablemente se escribió una “p” en lugar de una “y” en los textos originales. En todo el territorio argentino se pueden encontrar ejemplares de *Zonotrichia capensis* con diferentes denominaciones populares: chingolo en la Patagonia, cancho en el norte, marumbé en el litoral, cachilo en el este.

Es un ave que puebla diversos ecosistemas, con excepción de las selvas cerradas. Se mueve a media y baja altura en los bosques, pastizales y en agroecosistemas. Es una especie con una gran amplitud trófica, que a menudo ingiere insectos en la etapa reproductiva especialmente, y con alta frecuencia semillas, lo que suele provocar alteraciones en los cultivos. Si las semillas contienen fenoles no son, en general consumidas por estas aves, por lo tanto una de las medidas disuasivas sería la siembra con semillas tratadas con concentraciones elevadas de estas sustancias.



El siguiente gráfico (Figura 1) describe un hipotético estudio sobre la densidad de población de estas aves avistadas en una extensión de 1000 km² en distintas regiones argentinas, desde el año 2000 hasta el 2008.



Valora el grado de acuerdo o desacuerdo con la afirmación que aparece, siendo:

1	2	3
En desacuerdo	Ni acuerdo, ni desacuerdo	De acuerdo

Marca sólo un número en cada una de las respuestas:

1. La cantidad de variables que puedes observar en la gráfica es igual a:	
a) Tres	1 - 2 - 3
b) Cuatro	1 - 2 - 3
c) Dos	1 - 2 - 3
2. Con relación a las variables estudiadas puedes afirmar que:	
a) el tiempo es dependiente de la densidad de población.	1 - 2 - 3
b) la densidad de población de <i>chingolos</i> es independiente del tiempo, pero no la de <i>cachilos</i> .	1 - 2 - 3
c) la densidad de población de <i>chingolos</i> , <i>cachilos</i> y <i>marumbés</i> dependen del tiempo.	1 - 2 - 3
3. En el año 2006 la cantidad de <i>chingolos</i> es:	
a) Mayor a la cantidad de <i>cachilos</i> .	1 - 2 - 3
b) Menor a la cantidad de <i>marumbé</i> .	1 - 2 - 3
c) Igual a la cantidad de <i>marumbé</i> .	1 - 2 - 3
4. El valor de la variable dependiente para cada uno de los censos es:	
a) 40; 50; 50; 90; 60 respectivamente para la densidad de <i>chingolos</i> .	1 - 2 - 3
b) 80; 50; 130; 90; 60 respectivamente para la densidad de <i>marumbés</i> .	1 - 2 - 3
c) 50; 80; 30; 90; 100 respectivamente para la densidad de <i>cachilos</i> .	1 - 2 - 3

5. A partir de la interpretación de los gráficos, puedes decir que “el eje de las ordenadas” contiene información sobre:	
a) La dimensión temporal expresada en una escala anual.	1 – 2 – 3
b) La dimensión temporal expresada en una escala bianual.	1 – 2 – 3
c) La densidad de población expresada en número de individuos avistados en 1000 km ² .	1 – 2 – 3

6. Con respecto a la relación que se establece entre las variables dadas en la gráfica se puede afirmar que entre los años 2000 y 2002, la variación de marumbé es:	
a) mayor que la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3
b) menor que la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3
c) igual a la de <i>cachilos</i>	1 – 2 – 3

7. A la vista de la figura 1, la población de <i>cachilos</i>:	
a) aumenta al pasar los años	1 – 2 – 3
b) disminuye al pasar los años	1 – 2 – 3
c) aumenta del mismo modo que la población de <i>marumbé</i> a partir del año 2006	1 – 2 – 3

8. En el año 2006 la población de aves:	
a) de <i>chingolos</i> es menor a la población en el año 2008.	1 – 2 – 3
b) de <i>chingolos</i> es mayor a la población en el año 2008.	1 – 2 – 3
c) de <i>chingolos</i> se mantiene igual a la población en el año 2008.	1 – 2 – 3

9. La densidad de población de estas aves avistadas en una extensión de 1000 km² en distintas regiones argentinas, en tendencia general entre el año 2000 y el 2008:	
a) es directamente proporcional al tiempo transcurrido.	1 – 2 – 3
b) es inversamente proporcional al tiempo transcurrido.	1 – 2 – 3
c) se mantiene invariable en el tiempo transcurrido.	1 – 2 – 3

10. La variación en las densidades de población de <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i>, en el año 2002, difieren en:	
a) 40 individuos /100 km ²	1 – 2 – 3
b) 50 individuos /100 km ²	1 – 2 – 3
c) 30 individuos /100 km ²	1 – 2 – 3

11. La densidad de población de <i>Zonotrichia capensis</i> en las diferentes regiones argentinas:	
a) aumenta cada dos años.	1 – 2 – 3
b) aumenta y disminuye, alternativamente, con intervalos regulares de dos años.	1 – 2 – 3
c) disminuye cada dos años.	1 – 2 – 3

12. En el año 2000, no coinciden las densidades de población correspondientes a estas aves, pero:	
a) la de <i>chingolo</i> es el doble a la de <i>cachilo</i> .	1 – 2 – 3
b) la de <i>chingolo</i> es el doble a la de <i>marumbé</i> .	1 – 2 – 3
c) la de <i>marumbé</i> es el doble a la de <i>cachilo</i> .	1 – 2 – 3

13. Observando la densidad de población de estas aves, se puede afirmar que:	
a) la población de <i>cachilos</i> en el año 2002 es un 50% mayor a la de <i>marumbés</i> .	1 – 2 – 3
b) la población de <i>marumbés</i> en el año 2002 es un 50% mayor a la de <i>cachilos</i> .	1 – 2 – 3
c) la población de <i>cachilos</i> en el año 2000 es un 25% mayor a la de <i>chingolos</i> .	1 – 2 – 3

14. ¿Cuál será el valor de la densidad de población de <i>marumbé</i> en el año 2010, si se supone que aumentará el doble con respecto al año 2006?	
a) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>chingolos</i> y el tiempo en años.	1 – 2 – 3
b) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>marumbé</i> por km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3
c) Para hallar la respuesta a este problema se consideran las variables: densidad de población de <i>marumbé</i> en 100 km ² y el tiempo en años.	1 – 2 – 3

El texto y la gráfica hacen referencia a conceptos muy importantes de la Biología de Poblaciones que se supone han sido tratado en diferentes años de tu escolaridad, permitiéndote interpretar las siguientes afirmaciones:

15. A partir de la lectura del texto, y de los conocimientos sobre Biología de Poblaciones puedes deducir que:	
a) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> forman una población.	1 – 2 – 3
b) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> forman diferentes poblaciones.	1 – 2 – 3
c) <i>Zonotrichia capensis</i> en sus denominaciones populares <i>chingolo</i> , <i>cachilo</i> y <i>marumbé</i> no forman una población.	1 – 2 – 3

16. En el año 2006 se observan en el norte del país, una serie de ejemplares marcados con anillo que fueron objeto de estudios en la Patagonia. En este caso se podría deducir que hubo una migración y que atendiendo a la gráfica se podría haber producido:	
a) una relación de competencia intraespecífica por los recursos ambientales	1 – 2 – 3
b) una relación de competencia interespecífica por los recursos ambientales	1 – 2 – 3
c) el comienzo de un proceso de exclusión competitiva desfavorable para las aves inmigrantes.	1 – 2 – 3

17. En el año 2004 se resolvieron siembras de cereales utilizando semillas topicadas con fenoles, los cuáles actuaron como agentes disuasivos sobre las aves. Atendiendo a la gráfica, esta experiencia se puede haber resuelto en	
a) la región de la Patagonia.	1 – 2 – 3
b) la región del Litoral.	1 – 2 – 3
c) la región del Este.	1 – 2 – 3

Anexo 7

Secuencia didáctica aplicada a
estudiantes de Educación Secundaria

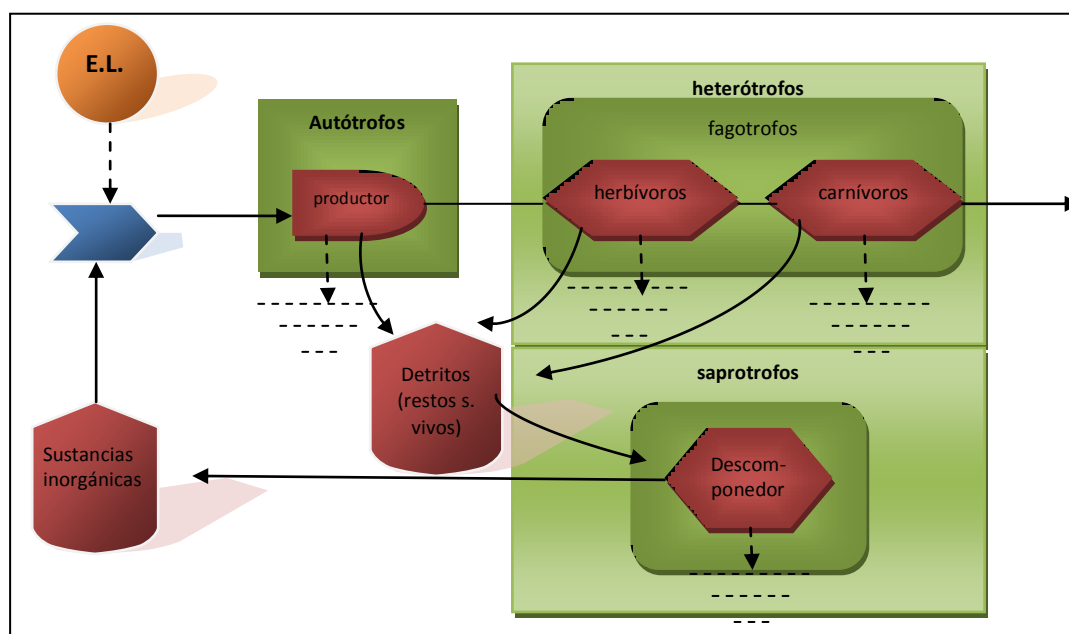
Introducción a la Ecología 1ª parte

El estudio de los seres vivos y su relación con el medio ambiente, nos pone en territorio de los sistemas biológicos, que al decir de Odum son el resultado de la interacción entre los componentes bióticos y abióticos, entre los cuales hay intercambio de materia y energía.

Toda interacción se da en un escenario, y aquí emergen diferentes criterios de los ecólogos, considerando algunos de ellos que un individuo en sí mismo y todas sus interacciones constituyen un *sistema ecológico elemental*. Conociendo ese sistema, se pueden inferir y explicar las propiedades de los niveles de organización superiores: *población, comunidad, ecosistema global*. Otros, consideran que un sistema ecológico no depende de las propiedades particulares de sus componentes, sino que es una entidad real donde se reconocen componentes estructurales, funcionales y de autorregulación, vinculadas a los niveles superiores de organización.

El uso de modelos para representar la realidad, permiten integrar y ordenar información, tanto como elaborar predicciones acerca de variables de estudio, o de posibles respuestas a alteraciones.

Un modelo muy difundido en *Ecología* es el modelo propuesto por Odum que consiste en una serie de símbolos que representan los diferentes componentes estructurales, enfatizando especialmente el flujo de energía y los procesos de autorregulación, como el que aparece a continuación.



En la siguiente tabla se presentan los signos con sus respectivos significados:

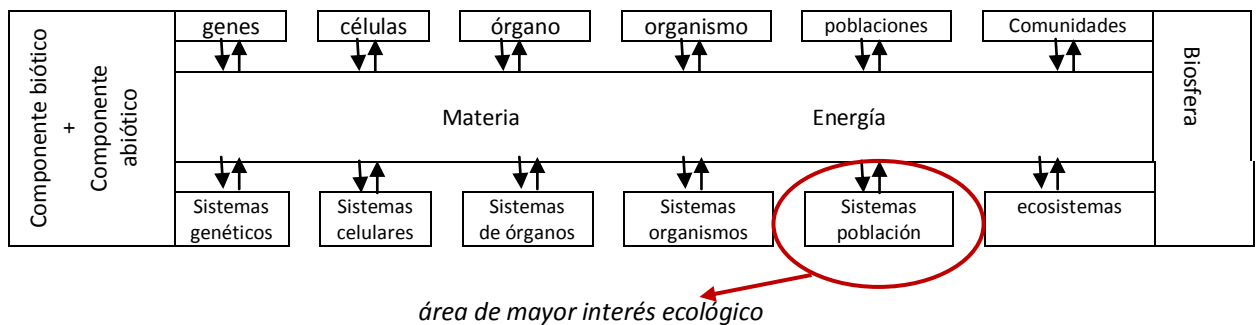
	Flujo unidireccional de energía	
	Circulación y exportación de energía	
	Almacenamiento	Disipación de energía
	Componente biológico de entrada de energía	
	Componente consumidor	
	Módulo que representa la interacción del flujo de energía.	




Actividad de aplicación n°1:

- Atendiendo al gráfico anterior, los productores son autótrofos, ¿Cuál es el proceso que realizan transformando la energía lumínica en energía potencial contenida en sustancia orgánica?
- ¿Qué sustancia orgánica es sintetizada por los productores?
- ¿Qué proceso biológico es resuelto por todos los seres vivos que justifica la “disipación de energía” representada en cada uno de los componentes?
- ¿Cuál es la importancia de los descomponedores?


Los modelos científicos son esenciales para comprender los principios teóricos que los sustentan, pero son altamente enriquecedores si procedemos a analizarlos por cada una de los componentes estructurales. Darle significatividad al todo que se pretende interpretar, nos demanda ahondar el estudio. Por ello te propongo el modelo representacional, propuesto por Odum, que atiende a los niveles de organización recortados al objeto de estudio de nuestro interés



Como verás, el “sistema población” adquiere gran relevancia. Por ello te propongo ingresar al siguiente apartado.

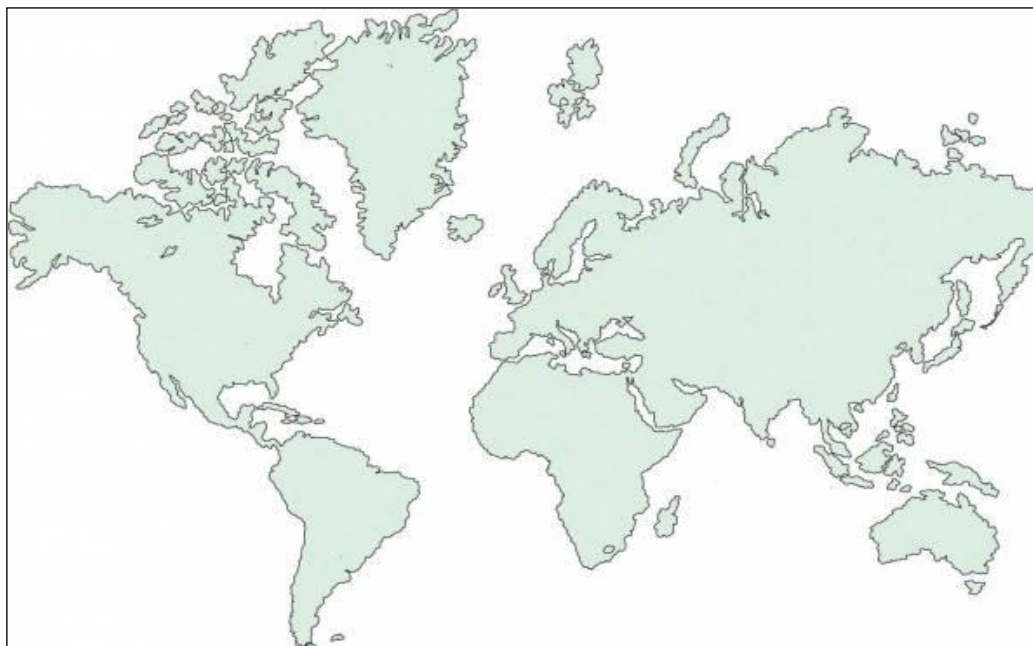
Lee con atención cada uno de los textos que aparecerán a continuación señalados con el ícono , luego resuelve:

El gorrión común (*Passer domesticus*): curiosidades de una especie frecuente

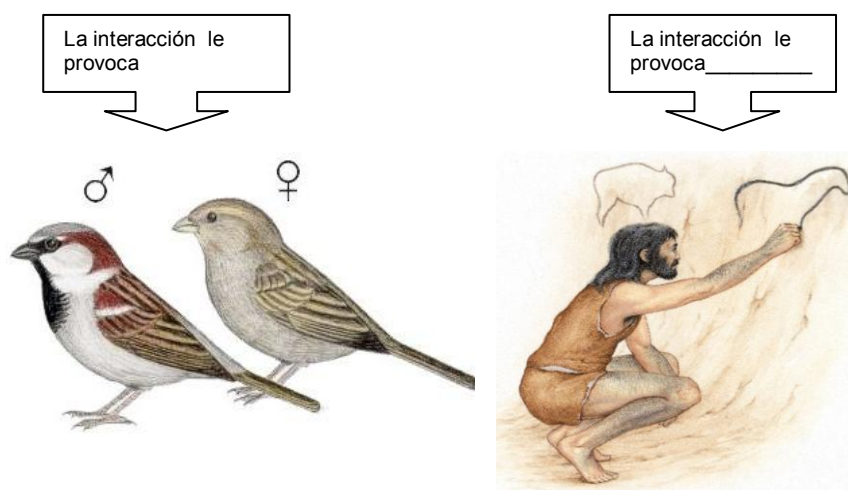
 **Texto 1:** La distribución original del gorrión común se sitúa en regiones de Oriente Medio, donde quedaron confinadas las poblaciones de los ancestros de la especie durante la última glaciación (hace 25 000-15 000 años). En esta zona, particularmente en las fértiles llanuras aluviales del Tigris y el Éufrates, aparecieron hace unos 10 000 años algunas de las primeras culturas agrarias de la humanidad. Poblaciones de aquellos primitivos gorriónes seguramente obtuvieron recursos alimentarios adicionales de la producción y manejo de las cosechas, y aprovecharon estructuras de origen humano para la nidificación estableciendo una relación sedentaria y comensalista con el ser humano.¹

- 1.1. Señala en el mapa ubicado a continuación la región geográfica enunciada en el texto como originaria del gorrión común (*Passer domesticus*).

¹ Tomado de <http://www.vertebradosibericos.org/aves/distribucion/pasdomdi.html>



- 1.2. En el texto se habla que, desde el inicio de la agricultura los gorriones han convivido con el ser humano. En este caso, ¿cuál de las dos especies es beneficiada? _____
- 1.3. El texto enuncia que hay una relación de “comensalismo”. Atendiendo al texto y a tu respuesta del punto 1.1., indica que entiendes por este tipo de relación nombrada. Para ello: a) Completa las etiquetas (selecciona de entre los vocablos: beneficioso, perjudicio, indiferencia); b. Completa el recuadro final:²




El comensalismo es una interacción, donde una de las especies se _____
mientras que la otra es _____


- 1.4. En este caso, qué vocablo elegirías para la representación de esta relación de entre los propuestos: **intraespecífica** - **Interespecífica**

² Imágenes tomadas de: mundocinegetico.com (gorriones) y de www.historiayarqueología.com (hombre).

- 1.5. En este caso, ¿se refiere al contexto de una población o de una comunidad? Justifica. _____

 **Texto 2:** *La expansión natural desde su región de origen debió verse favorecida por su relación con el hombre, lo cual explica la amplísima distribución mundial de la especie. De forma natural, el área de distribución del gorrión se extiende por gran parte del Paleártico amplias zonas de la Región Oriental y parte de la Etiópica. El Paleártico se desarrolló en Europa, norte de África, Turquía, Oriente Medio, península arábiga, Irak, Irán, Afganistán y Siberia. En la región Oriental habitó en India (Cramp y Perrins, 1994; Hudde, 1997). El gorrión común es el ave con la más extensa distribución geográfica. Paralelamente, el rango altitudinal de la especie es muy amplio y alcanza desde el nivel del mar hasta los 4 500 m (Summers-Smith, 1994; Summers-Smith, 2009).*

- 1.6. Sombrea en el mapa, con un color de tu elección, la distribución del gorrión en el Paleártico.
- 1.7. Atendiendo a lo desarrollado hasta aquí, ¿podrías indicar que componentes son parte del hábitat? _____
- 1.8. ¿Qué explicación/descripción darías para el hábitat? _____


 **Texto 3:** *El gorrión común no tiene el canto melodioso de un jilguero ni es vistoso como un cardenal. Es apenas un pajarito de color más bien desvaído, glotón y bochinchero, y tan confiado como para meterse en las habitaciones de las casas en busca de algún resto de comida. Su aparición en Argentina, alrededor de 1870, suele asociarse a distintas versiones: unas dicen que algunos llegaron escondidos en barcos desde Inglaterra y otros desde Alemania con el fin de combatir plagas de gusanos.³*

- 1.9. Selecciona un color diferente al anterior, y con él marca en el mapa la supuesta ruta indicada por el texto que han transitado algunos gorriones a fines del siglo XIX.

³ Tomado y adaptado de http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/LA_PAMPA/362/El%20Gorri%C3%B3n.htm



Actividad de aplicación nº2:


 **Texto 4:** El gorrión común, en general es omnívoro y oportunista. Su dieta sobre todo sostenida en la herbivoría, suele ser complementada por el consumo de invertebrados (Cramp y Perrins, 1994; Hudde, 1997). Las aves que habitan en núcleos urbanos pequeños utilizan regularmente el medio circundante para alimentarse y, por tanto, su dieta varía en función de las características de aquel. En las ciudades grandes, esta conducta no se verifica en las aves que habitan en el centro de la ciudad, pero sí llega a producirse en las de la periferia (Bernis, 1989). Así es posible observar que en los parques urbanos, este pajarito utiliza profusamente el césped para alimentarse, pero también frutos de algunos árboles y arbustos como los de Robinia pseudoacacia y Ligustrum japónica; también inflorescencias de Populus spp. y Ulmus spp., semillas de Chenopodium, Plantago y Bromus spp. En las épocas del año donde las fuentes vegetales escasean, la dieta puede estar vinculada al consumo de invertebrados como individuos Formícidos (hormigas) y Homópteros (cochinillas, pulgones, etc.). Las interacciones del gorrión en un ambiente, lo puede llevar a ser presa de diversas especies. En el estadio de huevo o pollo en el nido los depredadores pueden ser: la rata negra (*Rattus rattus*), la culebra bastarda (*Malpolón monspessulanus*), la comadreja (*Mustela nivalis*), o el ratón casero (*Mus musculus*). En el estadio adulto puede contribuir a la dieta de: rapaces como el gavián (*Accipiter nisus*); el búho (*Asio otus*) o el halcón peregrino (*Falco peregrino*) entre otros. Los depredadores están vinculados a los espacios geográficos estudiados. Es allí donde se resolvieron algunas observaciones que indican que el gorrión común comparte fuentes alimentarias con el gorrión molinero (*Passer montanus*) y con el carbonero común (*Parus major*).⁴

A partir de los datos del texto anterior:

- 1.10. Resuelve un modelo Ecológico como el propuesto por Odum, identificando en cada uno de los signos, individuos que forman parte de la cadena alimentaria que incluye al gorrión.
- 1.11. Señala la afirmación más adecuada que caracteriza la idea de interacción entre el gorrión y los individuos del género *Chenopodium*, indicándolo con una X.

Relación de competencia	Relación de parasitismo	Relación de mutualismo	Relación de predación
1	2	3	4

- 1.12. ¿Cómo justificarías la relación por ti seleccionada? Escribe tu idea

 **Texto 5:** Las relaciones entre los individuos pueden ser representadas por los signos (+); (-) y (0). Esta última se utiliza cuando la interacción es indiferente a uno de ellos o a ambos.

- 1.13. Atendiendo a lo señalado en el texto 5, y, a lo expresado en el texto 4, completa el siguiente cuadro colocando los signos enunciados en el casillero vacío, según se expresan los dúos interactuantes:

⁴ Tomado de: Murgui, E. (2011). Gorrión Común – *Passer domesticus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	(<i>Robinia pseudoacacia</i>) frutos	Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	Ratón casero (<i>Mus musculus</i>)	Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	(<i>Populus spp</i>) Inflorescencias	Gorrión común (<i>Passer domesticus</i>)	Carbonero común (<i>Parus major</i>)
1		2		3		4	

- 1.14. Si el signo colocado a ambas especies fuera el (+), ¿con cuál de estos vocablos asociarías el tipo de relación? Subraya tu elección.



mutualismo	competencia	comensalismo	parasitismo
1	2	3	4

- 1.15. Si el signo colocado a ambas especies fuera el (-), ¿con cuál de estos vocablos asociarías el tipo de relación? Subraya tu elección.

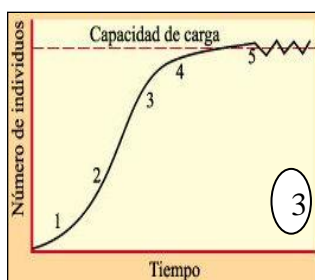
mutualismo	competencia	comensalismo	parasitismo
1	2	3	4

- 1.16. ¿Qué ejemplo extraerías del texto que ilustrara una relación donde ambos intervinientes portaran el signo (-)?

- 1.17. La evolución de la población del gorrión, como la de otros seres vivos, podría ser representada gráficamente del siguiente modo, según lo expresa la figura 3:

Al observar y analizar esa figura:

- ¿Cómo describirías la curva señalada con el número 2?
- ¿Qué crees que indica el número 3? ¿Y el número 4?
- ¿Qué dirías acerca de la curva en el número 5?
- La expresión “capacidad de carga”, ¿a quién o qué lo vinculas?



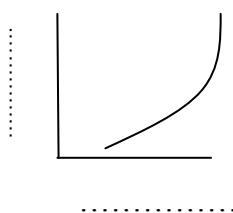
Introducción a la Ecología_2ª. Parte

Texto 6: Crecimiento de las poblaciones en condiciones ideales

A diferencia del individuo, que tiene un tiempo limitado de vida, las poblaciones perduran en el tiempo. Además, no se mantienen estáticas, sino que, como ya fue mencionado, poseen un comportamiento dinámico. Uno de los aspectos que explican este dinamismo es el crecimiento en un tiempo dado, que hace referencia tanto al aumento del número de individuos debido a su nacimiento como a su disminución por la muerte (Muzzanti, S., 2003)⁵

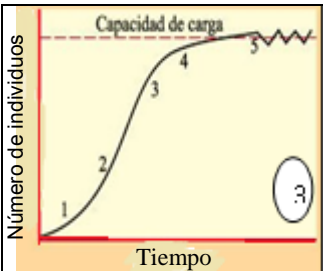
Al leer los resultados de una investigación resuelta por un grupo de estudiosos en diversas regiones de España, sobre la población del gorrión común (*Passer domesticus*), se advierte, por ejemplo que, en una región agrícola se contabilizaran 1684 huevos en la temporada de cría.

- 1.18. Considerando condiciones ambientales óptimas, el crecimiento poblacional (según el texto) podría ser representado con la siguiente gráfica de líneas:



- 1.18.a. Completa la gráfica colocando adecuadamente el nombre de cada variable en sus respectivos ejes. ¿Puedes enunciar el nombre de los ejes cartesianos? Hazlo.

- 1.18.b. Existen cálculos teóricos que intentan representar de manera simplificada algunos fenómenos que ocurren en la realidad; esto permite hacer interpretaciones y predicciones. La curva del gráfico anterior representa el crecimiento de una población de gorriones con recursos ambientales disponibles sin límites: alimento, refugio, lugares de nidificación. Asocia cada número dado al tramo de la gráfica 3 (pág. 5) con las expresiones correspondientes. Escribe el número en el casillero adecuado:

	Número del tramo	Expresiones explicativas
		La tasa de crecimiento disminuye
		La tasa de crecimiento alcanza un crecimiento máximo.
		El crecimiento de la población es exponencial
	La tasa de crecimiento se acelera	

Texto 7: Crecimiento de las poblaciones según las restricciones del ambiente

Muchas poblaciones están divididas en subpoblaciones diferentes, entre las que ocurre cierto intercambio de individuos. Este tipo de patrón se presenta a menudo allí donde el hábitat favorable se encuentra en parches separados o "islas de hábitat". Cada subpoblación tiene una probabilidad de nacimiento (colonización) y una probabilidad de muerte (extinción). Una respuesta común de los animales ante los cambios ambientales es la dispersión, el movimiento hacia otro hábitat. Si la calidad del hábitat disminuye de manera notable; los individuos pueden ser capaces de mejorar su supervivencia y su éxito reproductivo yéndose a otro lado.⁶ Un estudio realizado sobre esta especie en España, arroja

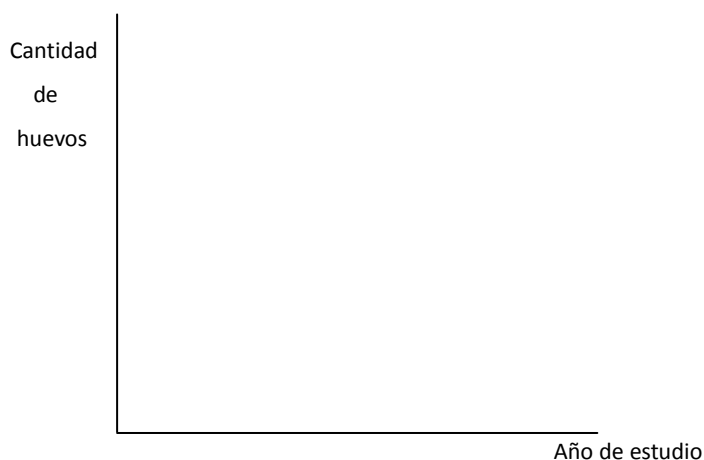
⁵ Muzzanti, S., (2003). *Biología-Polimodal. El ecosistema y la preservación del ambiente*. Buenos Aires: Editorial Longseller.

⁶ Purves, Sadhava, Orians y Héller (2003) *Vida. La ciencia de la Biología*. Madrid: Ed. Médica Panamericana

datos interesantes sobre la cantidad de huevos censados en las diferentes nidadas estudiadas. Los investigadores construyeron una tabla con los datos que aparecen a continuación⁷:

Ubicación de los nidos: localidad, modalidad de nidada (natural sobre frutales/cajas nido/cautiverio)	Año de estudio	Cantidad de huevos
Nido sobre naranjos (Valencia)	1976	335
Nido sobre naranjos (Valencia)	1977	1120
Nido sobre naranjos (Valencia)	1976	271
Nido sobre naranjos (Valencia)	1980	362
Cajas nido en naranjos (Valencia)	1980	169
Nidos bajo tejas en medio agrícola (Cáceres y Toledo)	1984	1684
Cajas nido en medio agrícola (Barcelona)	1987	409
Cajas nido en medio agrícola (Madrid)	1987	355
Población en cautividad (Granada)	2000	0

- 1.19. Teniendo en cuenta los datos de la tabla anterior, responde:
- 1.19.a. ¿Cuál es el año donde se cuentan mayor cantidad de huevos en el nido? _____
- 1.19.b. ¿Cuál es la condición del hábitat donde se ubica el nido? _____
- 1.19.c. ¿Cuál es la condición de hábitat que reduce a cero el número de huevos en el nido? _____
- 1.19.d. Construye una gráfica de líneas con los datos de la tabla, considerando en el eje horizontal el año de estudio y en el eje vertical la cantidad de huevos.



- 1.19.e. Relacionando lo expuesto por el texto 7, con los datos registrados en la tabla y reinterpretando la representación gráfica, ¿cuál podría ser la fuente de individuos para la colonización de otros sitios?

⁷ Murgui, E. (2011). Gorrión Común – *Passer domesticus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>



Actividad de aplicación n°3: ¿Cómo medir el tamaño poblacional?

Por lo general, para conocer el tamaño de una población no se pueden realizar conteos de los individuos (censos), sino que es necesario aplicar técnicas que permitan efectuar estimaciones. Las características fundamentales que inciden en la elección de la técnica a utilizar para medir la densidad de una población, son el tamaño de los organismos y su movilidad.

Objetivo:

1. Aplicar un método de estimación del tamaño poblacional para calcular la cantidad de semillas que hay en una bolsa.
2. Analizar los resultados y la validez del método.

Si se captura y marca un número conocido de individuos de una población, se los libera y luego se toma una muestra al azar, la relación entre los individuos marcados y la totalidad de los individuos de esa muestra será igual a la relación entre la totalidad de individuos marcados y el total de la población.

Esto se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{Im \text{ (individuos marcados en la muestra)}}{In \text{ (total de individuos de la muestra)}} = \frac{M \text{ (total de individuos marcados)}}{N \text{ (total de individuos de la población)}}$$

Procedimiento:

1. Coloca todas las semillas de la bolsa en la caja.
2. Toma dos puñados de semillas y colócalos en la bandeja.
3. Realiza una marca con el esmalte de uñas a cada semilla.
4. Cuenta y anota la cantidad de semillas marcadas.
5. Coloca nuevamente esas semillas marcadas en la caja.
6. Tapa la caja. Agítala. Destapa la caja.
7. Sin mirar, pasa la mano y retira un puñado de semillas. Debes contar 20 semillas al azar, el resto lo retornas.
8. Coloca las 20 semillas en la bandeja.
9. Cuenta las semillas marcadas y anota.
10. Vuelve las semillas a la caja. Tapa. Agita nuevamente la caja.
11. Destapa la caja y repite la extracción. Cuenta las semillas marcadas y anota. ...Repite esta acción por un total de 10 veces.
12. Calcula el promedio de semillas marcadas recolectadas.
13. Finalmente, puedes conocer la cantidad total de semillas. Plantea la ecuación y despeja la incógnita. **Estimación cantidad total de semillas.....**
14. Reparte las semillas entre los integrantes del grupo y cuéntelas.
N° total de semillas contadas.....

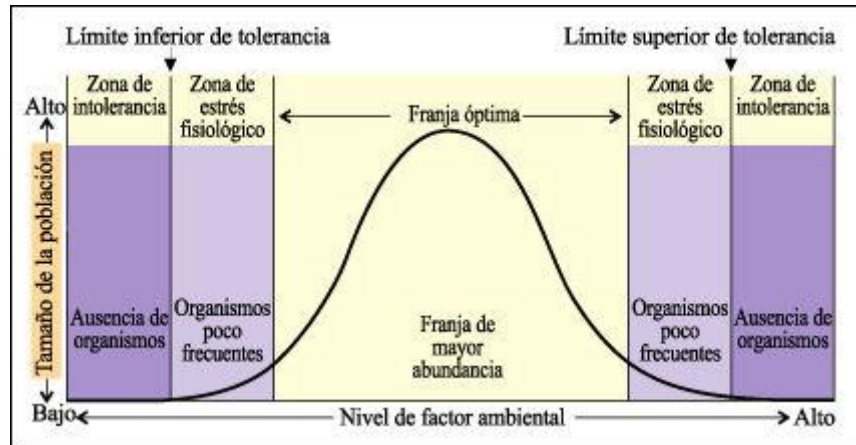
MATERIALES

- ✓ Una bolsa de 1 kg de porotos blancos
- ✓ Una caja de zapatos o similar
- ✓ Un marcador
- ✓ Una bandeja
- ✓ Un cuaderno de notas

Texto 8: El hábitat

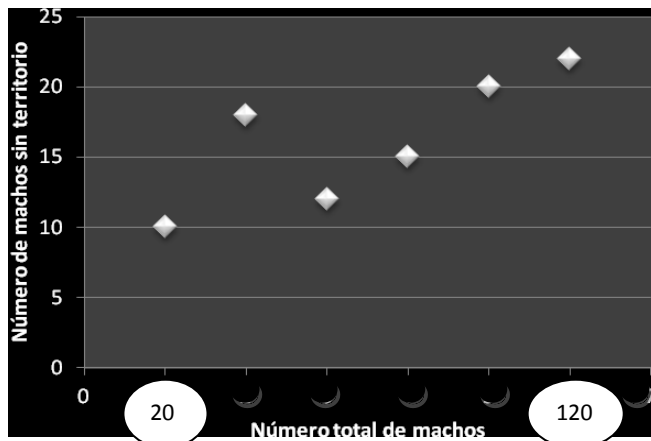
La elección de un lugar para vivir es una de las decisiones más importantes...El ambiente en el cuál un individuo, por ejemplo un gorrión común, encuentra sus nutrientes, sus lugares de descanso, sus sitios para nidificar o guarecerse y las rutas de escape de los predadores, es el hábitat. Diversos estudios indican que hay varias especies de aves que en los últimos años han visto reducida su densidad en algunos países de Europa, entre otros el gorrión común [...] Sin embargo, el declive de las poblaciones no tiene por qué ocurrir en la totalidad de su área de distribución. Las explicaciones sobre la disminución de las poblaciones de aves en las superficies agrícolas y ganaderas son variadas, aunque se acumulan las evidencias de que el declive de las poblaciones de aves en los ambientes citados está asociado a los nuevos procedimientos de trabajo que se están aplicando [...]

- 1.20. Imagina que se analiza un hábitat del gorrión, varios grados de latitud sur alejado del Ecuador (que es la de mayor variabilidad). Allí se observa que la disponibilidad de recursos alimentarios de alto valor proteico está restringida debido al uso frecuente de agroquímicos en las labores agrícolas, que impactan en la cadena alimentaria. El plumaje blanco de las aves está dañado por la infestación con piojos. Señala en el siguiente diagrama, con una (x) el tramo de la curva que podría corresponder a su crecimiento antes de la situación ambiental adversa enunciada; y con un (0), el tramo de la curva que podría corresponder a la situación adversa.



Texto 9: Plumas, salud y reproducción

En los adultos, la muda de las plumas comienza desde principios de enero hasta finales de febrero (en el hemisferio sur)...Tanto en adultos como en jóvenes, la muda tiene un carácter completo y es de carácter descendente, es decir, progresa desde las plumas internas a las externas. Durante la muda aumenta la concentración de glóbulos blancos (Nava et al., 2001). Al mismo tiempo, la concentración de proteínas plasmáticas y productos nitrogenados como urea y ácido úrico disminuyen debido a que estas sustancias son usadas como una reserva de aminoácidos útiles para el proceso de muda. Para el mismo periodo del año, el número de glóbulos blancos es mayor en los individuos jóvenes que en los adultos. Según Puerta et al. (1995) desde la primavera hasta comienzos del otoño son meses de intenso gasto energético por las labores de reproducción. [...] la respuesta inmune y la muda están relacionadas negativamente, de modo que sólo los individuos en buen estado físico pueden mudar de forma eficiente y a la



vez responder efectivamente a patógenos y parásitos (Moreno-Rueda, 2010 a). [...] las dimensiones de la glándula uropigial están correlacionadas negativamente con el número de orificios en las plumas producidos por los piojos del orden Phthiraptera, y positivamente con algunos indicadores físicos de la salud del individuo. Los gorriones comunes usarían la secreción de la glándula contra los parásitos, y también para incrementar la resistencia del plumaje a la abrasión (Moreno-Rueda, 2001). Mejor plumaje, mayor éxito reproductivo.

- 1.21. Observa el gráfico de puntos adjunto, que ilustra una tendencia en la relación entre el número de machos sin territorio ("flotantes") en relación a la cantidad total de machos.
 -¿Cuál es la tendencia? _____
 - ¿Qué conclusión puedes elaborar a partir de tu interpretación? _____

Texto 10: Historia vital-I

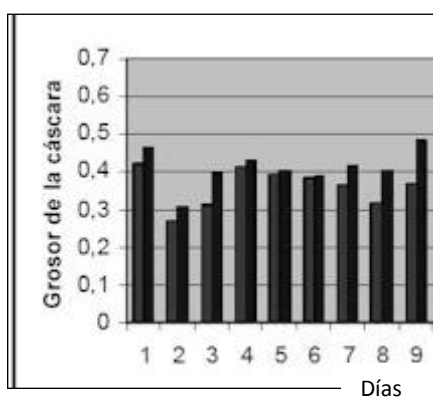
La evolución vital de una población está influida por procesos inevitables para compensar y maximizar los beneficios entre diversas alternativas. Una opción universal de este tipo existe entre el número de crías y su tamaño. Cada individuo recién nacido comienza a crecer a partir de la energía y los nutrientes provistos por su madre.



El huevo del gorrion común es de colorido muy variable. El color de base es blanquecino, azulado o verdoso, aunque existe un pequeño porcentaje de huevos marrones, y presenta numerosas manchas pardas de diferente tono cuya disposición varía desde una gran acumulación en un extremo hasta un patrón uniformemente distribuido por toda la cáscara (Pardo, 1982; López de Hierro y Moreno-Rueda, 2010). La coloración parece estar determinada por la condición física de la hembra,


de modo que la deposición de pigmentos disminuye en las puestas sucesivas y con la edad de la hembra (López de Hierro y De Neve, 2010). La coloración de la cáscara del huevo depende de sustancias que se conocen como protoporfirina y biliverdina. La primera es la responsable de los colores rojizos y marrones de las motas, mientras que la segunda de los colores verdosos y azulados

- 1.22. El calcio es un importante recurso para las aves, especialmente durante la reproducción, más concretamente durante la fase de puesta cuando aumenta notablemente la demanda de este micronutriente. Diversas investigaciones establecieron relación entre la disponibilidad de calcio en el medio y el patrón de pigmentación en los huevos. Las protoporfirinas, podrían actuar como sustancias que sustituyen al calcio cuando éste es escaso en el medio o los individuos no son capaces de asimilarlo correctamente.



En la gráfica de barras comparativas de la izquierda, se expresan los datos obtenidos en una investigación resuelta sobre dos grupos de aves: uno control y otro experimental donde se suministró calcio extra en la alimentación. El grupo control se muestra en el color gris claro, y el grupo experimental en color gris oscuro. El grosor de la cáscara está expresado en centésimas.

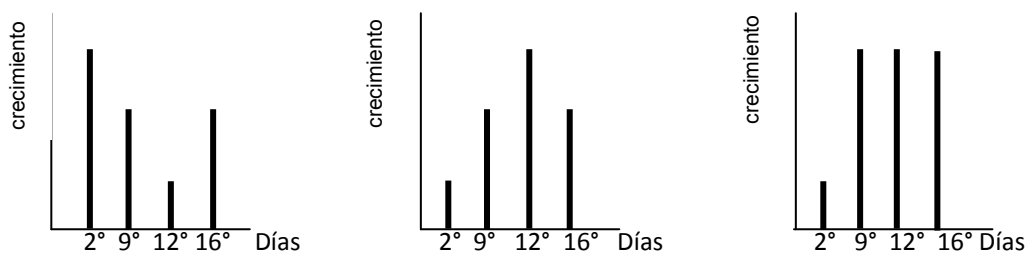
- 1.22.a. ¿Cuál es la información que brinda la gráfica? Atiende a las variables.
 1.22.b. ¿Qué grupo tendrá mayor éxito reproductivo, atendiendo al grosor de la cáscara?
 1.22.c. La salud del embrión está vinculada a los nutrientes que recibe de su madre, ¿un huevo fecundado en el día 9 del experimento, hará que la eclosión sea más exitosa que la de un huevo fecundado en el día 1?

 **Texto 11: Historia vital-II**

La puesta de los huevos requiere de la vigilancia para evitar el parasitismo, el infanticidio y la depredación. Esta función es llevada a cabo en general por la hembra tanto desde el exterior como del interior del nido. El periodo de incubación de los huevos realizado por ambos sexos es de una media de 16 días. Al cabo de ese tiempo eclosionan, naciendo pollos de aproximadamente 3 g de peso, quienes marcan un periodo de alto crecimiento entre el 2° y 9° día. El alimento es proporcionado por ambos padres a partir de la demanda de los polluelos, para lo cual, las crías invierten un importante gasto energético, que se traduce en un coste fisiológico que puede impactar en el sistema inmune. El aumento de peso se frena en el 12° día y comienza a descender debido a la aparición del plumaje y a la pérdida de agua de los tejidos. Los pollos son dependientes de los padres por un promedio de 25 días, de los cuales permanecen en el nido 15 días mientras continúan creciendo longitudinalmente las alas y luego que lo abandonan en periodos cortos, continúan dependiendo de los padres por 10 días más.



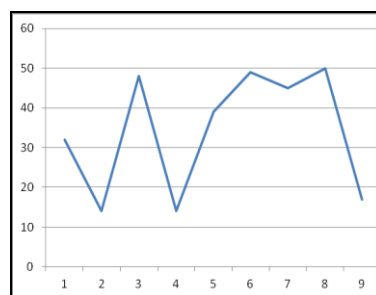
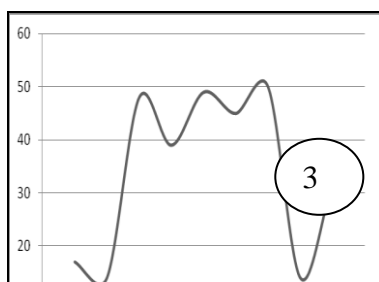
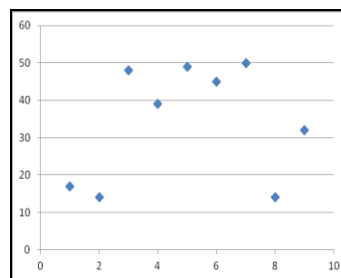
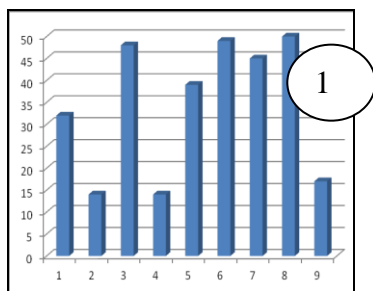
- 1.23. Determina cual gráfica de bastones representa adecuadamente el crecimiento del pollo a lo largo del tiempo:



- 1.24. En la siguiente tabla aparecen una serie de datos que completan la información dada en el punto 1.19.

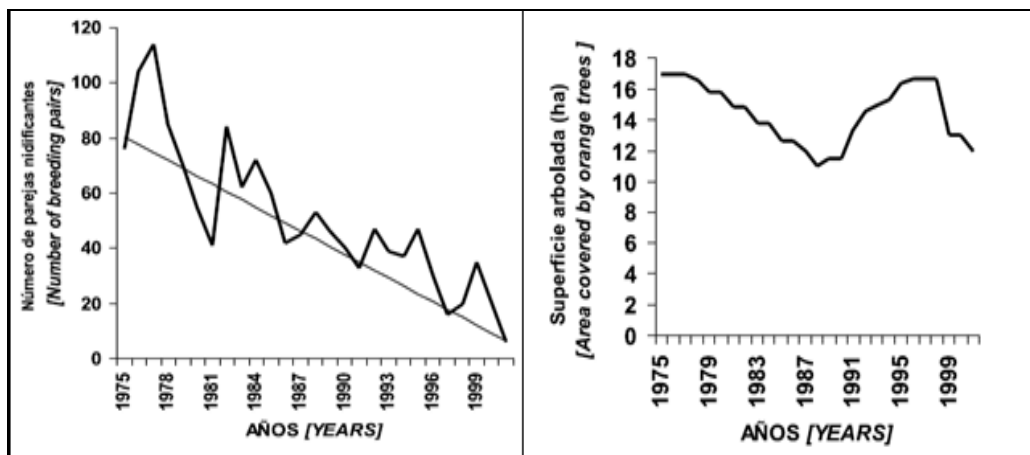
Ubicación de los nidos: localidad, modalidad de nidada (natural sobre frutales/cajas nido/cautiverio)	Año de estudio	Cantidad de huevos	Éxito Reproductor
Nido sobre naranjos (Valencia)	1976	335	32%
Nido sobre naranjos (Valencia)	1977	1120	14%
Nido sobre naranjos (Valencia)	1976	271	48%
Nido sobre naranjos (Valencia)	1980	362	14%
Cajas nido en naranjos (Valencia)	1980	169	39%
Nidos bajo tejas en medio agrícola (Cáceres y Toledo)	1984	1684	49%
Cajas nido en medio agrícola (Barcelona)	1987	409	45%
Cajas nido en medio agrícola (Madrid)	1987	355	50%
Población en cautividad (Granada)	2000	0	17%

- 1.24.a. Indica con una cruz la/s gráfica/s que representa/n correctamente los datos que hacen referencia al éxito reproductor:



Texto 12: Comunidades biológicas

Un estudio realizado sobre la densidad poblacional del gorrion común (*Passer domesticus*) en una parcela de naranjos de aproximadamente 17 hectáreas en Valencia (España), arrojó resultados interesantes. En este caso se resolvió el censo mediante el conteo de las parejas nidificantes desde el año 1975 hasta el año 2001, se observó la evolución de la población de gorriones tanto como las modificaciones de los bosques de naranjo. Lo estudiado se representó en gráficas de líneas como las que aparecen a continuación:



1.25. Indica con una X los casilleros con las opciones seleccionadas como explicación de las gráficas.

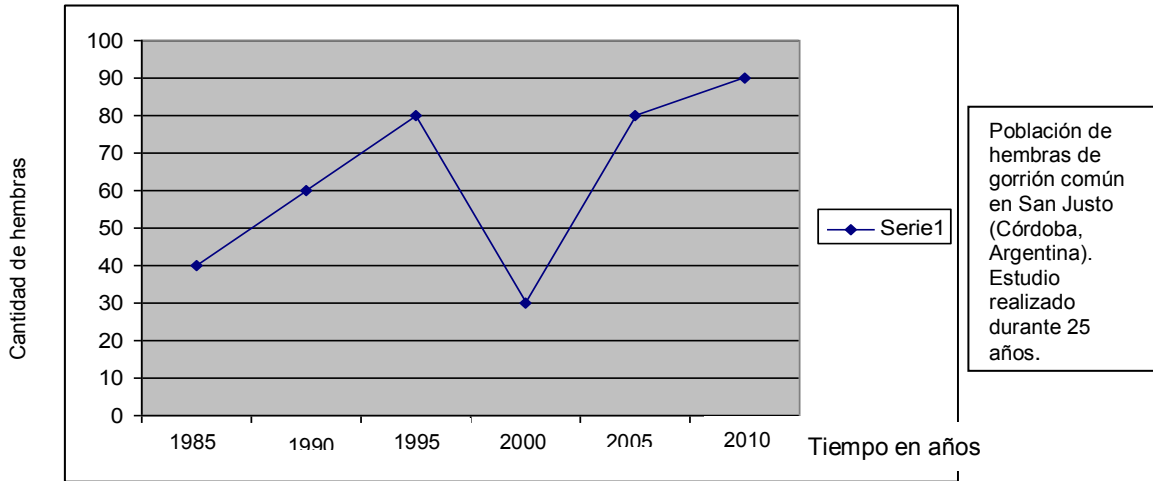
-El n° de parejas oscila entre 6 y 114. -En 1978 fue el número más elevado. -La tendencia en ambos diagramas es decreciente. - Hay relación directa con la evolución del bosque de naranjos.	-La población de gorriones aparenta una recuperación en algunos años. -En 1977 fue el número más elevado de parejas -La tendencia es creciente en la población de gorriones como en la de naranjos.	-El N° de parejas en el primer censo es de aproximadamente 75 -La capacidad de carga probablemente ha sido superada y con ello se dificulta la recuperación. - El bosque de naranjos presenta un crecimiento a partir de 1992.	-La densidad de población del gorrion se reduce de modo notable. -Las recuperaciones parciales aparecen como "picos" en la gráfica. -La menor densidad de población de gorriones se relaciona con la mayor superficie de naranjos.
1	2	3	4



Actividad de aplicación n°4: Interacciones con el ambiente

En la República Argentina, también se han realizado una serie de estudios sobre las poblaciones de gorriones. Los resultados de las observaciones aparecen en los siguientes registros:

La población de hembras de gorriones comunes que construyen sus nidos en San Justo, provincia de Córdoba, se reduce en forma periódica debido al clima desfavorable del invierno y de las grandes fumigaciones.



- 1.26. A partir de la lectura del texto y del diagrama cartesiano responde:
- 1.26.a. ¿Qué unidad de medida se utiliza para la variable tiempo?.....
 - 1.26.b. ¿Las variables estudiadas utilizan la misma escala?.....
 - 1.26.c. ¿En qué año la población de hembras de gorriones fue máxima?.....¿Cuál es el número de hembras en ese año?.....
 - 1.26.d. ¿Cuál es el rango de población durante los 25 años de estudio?.....
 - 1.26.e. A partir del año 2000 se disminuye el uso de insecticidas en las plantaciones. ¿Esta acción influye en la cantidad de hembras de gorriones según lo indica el diagrama?.....
 - 1.26.f. Selecciona la sentencia que consideres más adecuada para dar una explicación a la respuesta de la pregunta anterior:

Los efectos residuales de los insecticidas hacen que la recuperación de hembras de gorrión se observe 5 años después de establecido el desuso.	Los efectos residuales de los insecticidas hacen que la recuperación de hembras de gorrión se observe 10 años después de establecido el desuso.	El desuso de insecticidas no incide en el número de hembras de gorrión	El desuso de insecticidas aumenta de modo inmediato el número de hembras de gorrión
1	2	3	4

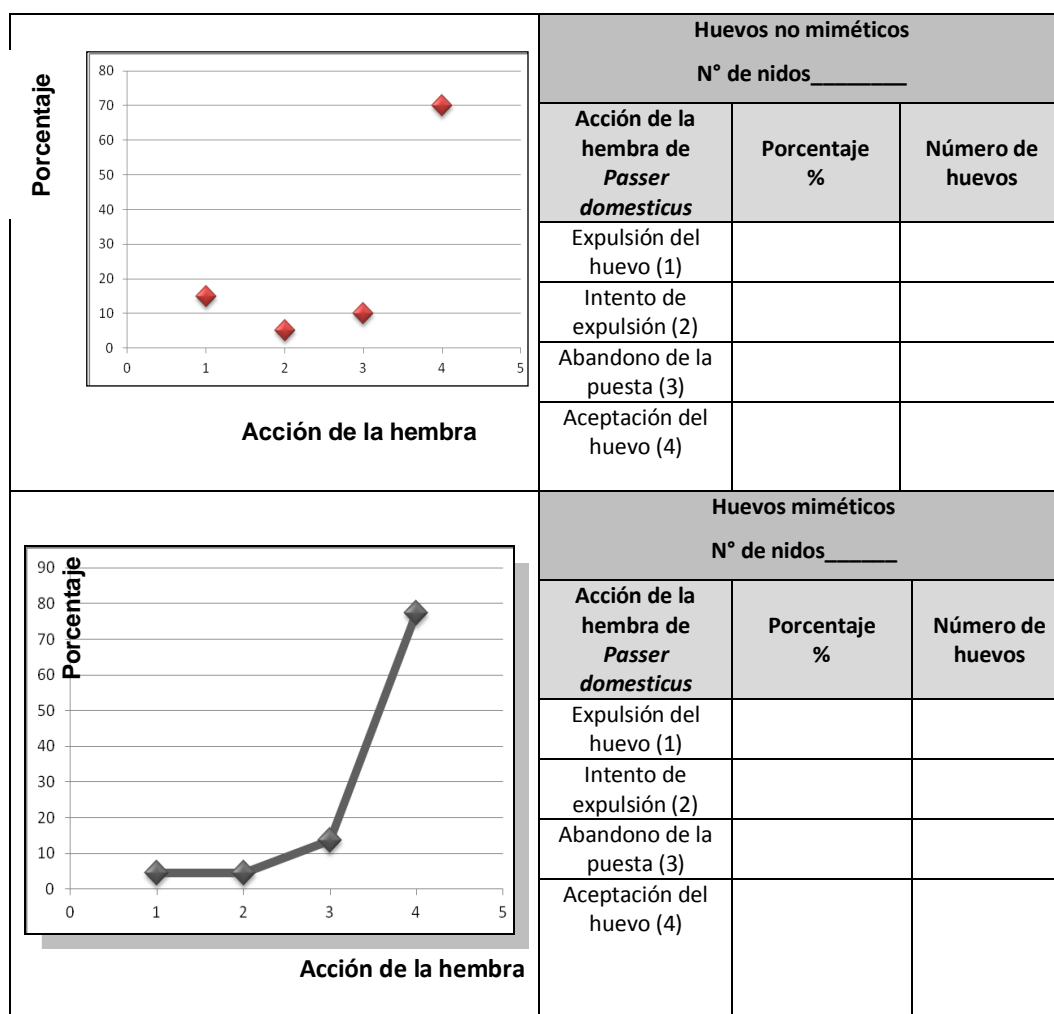
Texto 13: Comportamiento social: altruismo, egoísmo, cooperativismo

Se han realizado algunos estudios sobre el comportamiento del gorrión común cuando se introducen, de modo experimental, huevos extraños en el nido con la intención de observar el comportamiento de la especie. Es natural de la especie la relación de "parasitismo intraespecífica". Esto significa, que algunas hembras colocan sus huevos en nidos ajenos para que sean incubados por la hospedadora, aumentando su eficacia reproductiva. Sin embargo, la evolución ha capacitado a las hembras para reconocer sus propios huevos de los ajenos. Cuando éstos son detectados, los expulsan del nido.

1.27. El diseño experimental se basó en introducir en nidos: huevos miméticos y huevos no miméticos (pintados de rojo). Las hembras pueden en ese caso: intentar expulsar el huevo (1); expulsar el huevo (2); abandonar la puesta (3) o aceptar el huevo (4).

Los resultados en porcentaje, de ambas categorías de huevos (miméticos/no miméticos) aparecen en las siguientes gráficas de puntos.

1.27.a. Comienza a completar las tablas, para ello rescata los valores y escríbelo sólo en la columna de porcentajes:



[...] la incidencia de este fenómeno (parasitismo reproductor intraespecífico) era elevada,[...] Pruebas realizadas sobre una población de gorriones en cautividad, indican que las hembras parasitadas eran capaces de reconocer alrededor del 25 % de los huevos ajenos y actuaban expulsando el huevo (lo que suponía romper o expulsar el 44 % de los huevos propios) o abandonando por completo la puesta (Moreno-Rueda y Soler, 2001).

1.27.b. Imagina que el estudio planteado y graficado en 1.27.a, se ha basado en la observación de 42 nidos control en total. Colocando en 22 nidos huevos miméticos y en 20 nidos huevos no miméticos. Del estudio se extrae que, el:

Promedio de **Puestas** es igual a 5

Promedio de **Huevos en total** es igual 15 (3 huevos por puesta)

Completa las tablas anteriores (punto 1.27.a.) colocando el **número de nidos** involucrados en cada acción enunciada y el **número de huevos** que se vinculan a cada acción de la hembra de *Passer domesticus*, en cada categoría (huevos miméticos/no miméticos).

1.27.c. Señala la o las frase/s que consideres adecuada para construir la conclusión que consideres correcta:

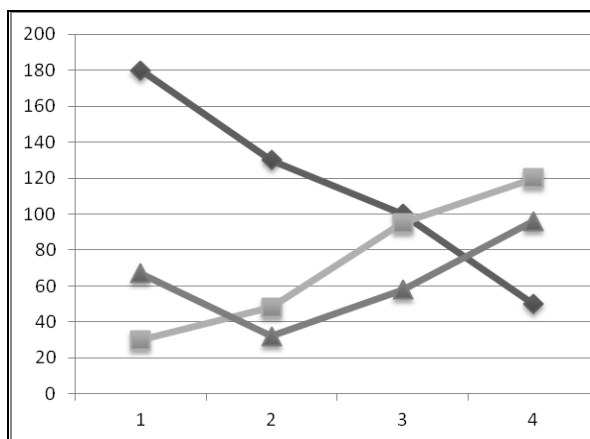
La expulsión del huevo en ambos casos, es del 10% aproximadamente.	El porcentaje de diferencia en la aceptación del huevo mimético y no mimético es extremadamente baja.	El abandono de la puesta en ambos categorías es coincidente.	El intento de expulsión del huevo del nido es prácticamente igual en ambos casos.
1	2	3	4

Texto 14: La vida en comunidad

En el norte de Europa se realizan censos sobre la población de gorriones desde 1970 y en España desde 1996. Se ha advertido un franco descenso en la población de esta especie, debido a diversas causas sobre las cuales los ornitólogos no se ponen totalmente de acuerdo. Una de las razones que se pueden citar es la competencia que se establece con la población de palomas (*Columba livia*) aves de mayor porte y más agresivas o, con la cotorra argentina (*Myiostitta monachus*), cuya proliferación hace que aumente de modo significativo el número de individuos. Otra de las razones argumentadas por los ornitólogos es la presencia de redes de telefonía de modo abundante, lo que influye sobre los sitios de nidificación de los gorriones, disminuyendo de modo dramático la tasa de reproducción debido a los campos electromagnéticos generados.



1.28. Atendiendo al texto, considerando a las diferentes poblaciones y su evolución, la representación gráfica más adecuada podría ser como la siguiente:



1.28.a. Coloca las correspondientes etiquetas sobre las líneas: gorrión común; paloma; cotorra argentina.

1.28.b. La presencia de estas dos poblaciones al mismo tiempo y en el mismo ambiente, ¿estará produciendo un proceso de “exclusión competitiva” a la población de gorrión común?

1.28.c. Justifica brevemente tu respuesta. _____

1.28d. Coloca un título a la gráfica que represente la situación estudiada y luego nombra los ejes con las variables correspondientes.

1.28.e Indica que tipo de relación se establece entre las variables, si son dependientes o independientes.



Finalmente, actividad de aplicación nº5: un cierre integrador-Evaluación



Lee la siguiente información extraída de un reporte científico⁸:

Texto a: Dinámica poblacional, los cambios a través del tiempo

Las diferentes presiones selectivas en distintos ambientes dan lugar a divergencias en la estructura del cuerpo entre las correspondientes poblaciones de una misma especie. A mayor grado de plasticidad mayor capacidad de adaptación y colonización de nuevos medios.

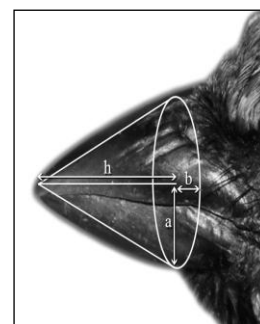
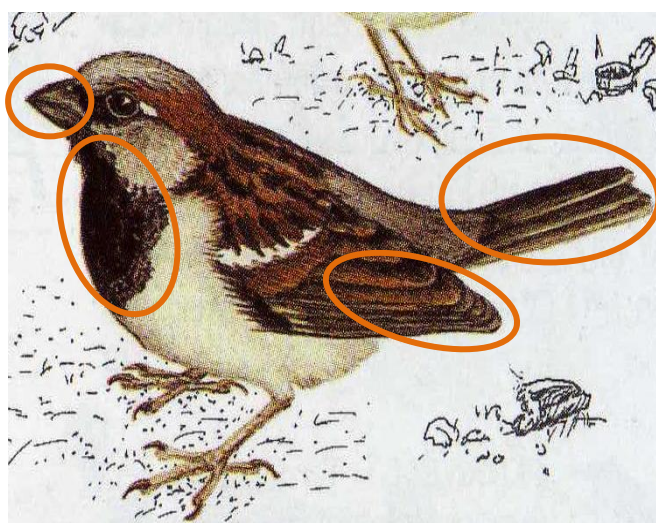
Se evaluó la plasticidad del Gorrión Común (*Passer domesticus*) en siete (7) localidades con diversos grados de urbanidad del centro de España. Se observaron cuatro aspectos relativos a la adquisición de recursos y las interacciones sexuales/sociales: locomoción, vuelo, alimentación y expresión de caracteres secundarios; vinculados a cuatro adaptaciones estructurales: el apuntamiento alar, longitud de la cola, volumen del pico y superficies de babero gular [...]

Alas largas y apuntadas, y, cola corta ofrecen mayor velocidad con menor consumo energético en vuelos largos; mientras que formas cortas y redondeadas del ala, y, colas largas favorecen la aceleración y movimientos más rápidos en distancias menores, así como mayor maniobrabilidad (Tellería et al, 2001) [...]

El babero pectoral (gular) expuesto por los machos de gorrión común durante el periodo reproductor tiene funciones de ornamento sexual y estatus social en el grupo estando positivamente relacionado con el éxito reproductor (Jensen et al, 2004; Holand et al. 2011) [...] el tamaño del babero se relaciona positivamente con el de los testículos durante la época reproductora (Møller, 1988) y éste, con la cantidad de cópulas y la cantidad de esperma eyaculado por competencia espermática ya que, aún siendo monógamos, las cópulas extra-parejas son frecuentes. Sin embargo, el mantenimiento de una elevada posición social es costoso energéticamente e inmunológicamente. [...]

De lo observado en la investigación: La morfología del ala en las zonas urbanas se presenta menos puntiaguda y con la cola más larga....El pico es más grueso y con menor volumen cuando la dieta se sustenta esencialmente en granos, siendo esto más frecuente en las zonas urbanas. [...] el babero gular aparece de modo destacado en gorriones que habitan localidades tanto urbanas como rurales, pero donde la competencia por los recursos es mayor.

Indica con una X la respuesta correcta.



⁸ García Antón, A. (2013) *Gorrión de campo y gorrión de ciudad: el ambiente como modelador fenotípico de las especies. El caso del Gorrión Común Passer domesticus en el centro de España*. Tesis de maestría. U. Autónoma de Madrid y U. Complutense de Madrid.

1.a. El gorrión de área urbana observado según el texto:

Presenta alas menos puntiagudas y cola larga, vinculado a vuelos cortos, mayor aceleración y maniobrabilidad	Presenta alas menos puntiagudas y cola corta, vinculado a vuelos cortos, mayor aceleración y maniobrabilidad	Presenta alas puntiagudas y cola larga, vinculado a vuelos largos con ahorro energético.	Presenta alas puntiagudas y cola corta, implican mayor velocidad para vuelos largos con ahorro de energía
1	2	3	4

1.b. Un gorrión de área urbana, según las características expresadas en el texto, se relaciona fuertemente con las siguientes interacciones:

Alimentación granívora y escasa interacción competitiva	Alimentación granívora e insectívora y baja interacción competitiva	Alimentación granívora y alta interacción competitiva	Alimentación granívora e insectívora y alta interacción competitiva
1	2	3	4



2. Para aplicar conocimientos adquiridos

Tú eres un investigador que observa, durante cinco años, una población de gorriones en un área urbana. El estudio lo comienzas en la primavera de 2002 y lo finalizas en la misma estación en 2006. Según el censo que realizas, la variabilidad que observas en cuatro índices estructurales aparecen registrados en la siguiente tabla:

N° Individuos censados	Censo	Volumen de pico		Apuntamiento alar		Longitud de cola		Superficie de babero gular		N° total de individuos
		Menor	Mayor	puntiagudo	redondeado	larga	corta	amplia	Restringida / nula	
1	253	27	175	105	83	197	112	168	280	
2	245	15	175	85	95	165	107	153	260	
3	198	22	143	77	78	142	92	128	220	
4	205	25	135	95	69	161	99	221	230	
5	180	10	97	93	42	148	72	118	190	

Referencias de Censos realizados: 1=2002; 2=2003; 3=2004; 4=2005; 5=2006

2.a. Teniendo en cuenta que el “babero gular” es una estructura que aparece en el macho, hipotetiza acerca del porcentaje de ellos en la población correspondiente a cada año del censo. Completa la siguiente tabla:

CENSO	N° TOTAL DEL INDIVIDUOS	Porcentaje de Machos Hipotético
1. Año 2002	280	
2. Año 2003	260	
3. Año 2004	220	
4. Año 2005	230	
5. Año 2006	190	

2.b. El texto introductorio dice que: *el babero gular aparece de modo destacado en gorriones que habitan localidades tanto urbanas como rurales, pero donde la competencia por los recursos es mayor.* Teniendo en cuenta esta sentencia, **indica con una X** tu selección.

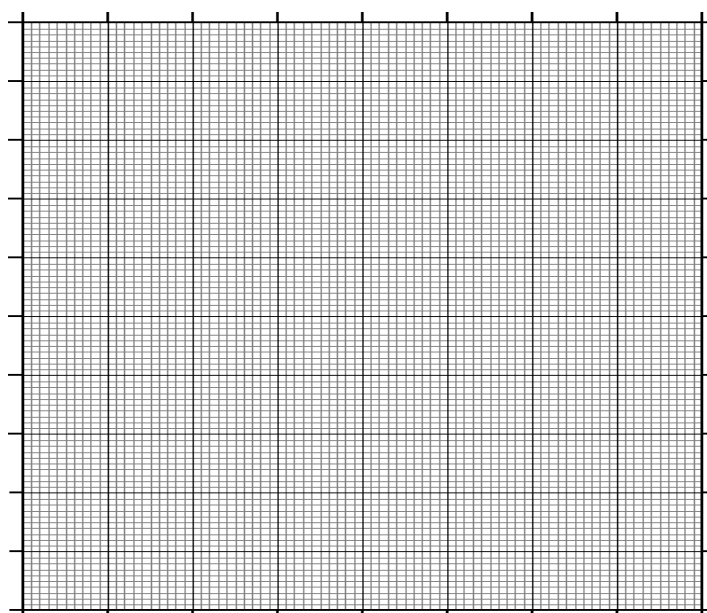
Los individuos que aparecen en la columna que indica que el Babero gular está restringido o nulo, son machos no competitivos	Los individuos que aparecen en la columna que indica que el Babero gular está restringido o nulo, son machos competitivos	Los individuos que aparecen en la columna que indica que el Babero gular está restringido o nulo, son machos con desventaja competitiva y hembras	Los individuos que aparecen en la columna que indica que el Babero gular está restringido o nulo, son machos competitivos y hembras
1	2	3	4

2.c. El estudio que has realizado arroja resultados interesantes, pues el porcentaje de la población que posee la combinación de características más frecuentes en los gorriones de zonas urbanas presenta una tendencia al aumento en el tiempo. En este caso no consideras la estructura “babero gular”. Completa con los cálculos correspondientes la tabla:

CENSO	N° total de individuos	Individuos con características “frecuentes en zonas urbanas”		Individuos sin características “frecuentes en zonas urbanas”	
		Porcentaje registrado	Número individuos	Porcentaje inferido	Número individuos
1. Año 2002	280	56 %			
2. Año 2003	260	52 %			
3. Año 2004	220	61 %			
4. Año 2005	230	68,5 %			
5. Año 2006	190	66,5 %			

2.d. Representa los datos del número de individuos de la diversidad de la población de gorriones de zonas urbanas en una gráfica cartesiana de líneas y puntos. Para ello:

1. Coloca etiquetas verbales a las variables
2. Establece los intervalos para ambas variables
3. Coloca etiquetas verbales a las líneas construidas con los datos
4. Escribe un sencillo texto explicativo sobre tu análisis, a partir de lo “observado, leído y registrado” de la población de gorriones comunes en las zonas urbanas. Ten en cuenta los datos aportados por los censos y las tendencias generales.



Anexo 8

Instrumento de Evaluación parcial
aplicado al grupo experimental (4°3°)

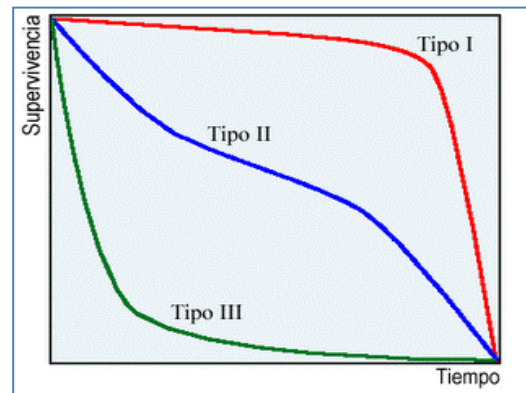
Evaluación n°1_Ecología y Biología de poblaciones

Ejercicios de opción múltiple. Sólo hay una respuesta correcta.

1. Los sistemas ecológicos son sistemas abiertos porque:
 - a. Hay flujo de energía unidireccional
 - b. Hay flujo de materia bidireccional
 - c. Hay adaptaciones de los seres vivos
 - d. *Hay intercambio de materia y energía*

2. Conocer el hábitat de una población implica:
 - a. Sólo reconocer el lugar donde vive
 - b. *Reconocer las condiciones físicas para la vida*
 - c. Reconocer los hábitos reproductivos
 - d. Sólo reconocer los sitios de alimentación

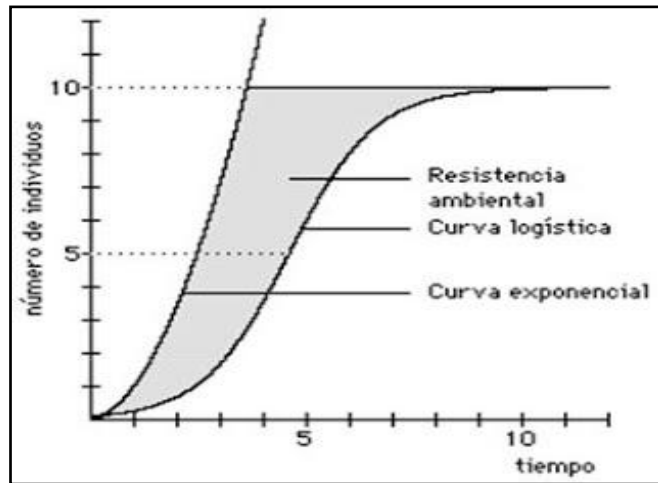
3. El crecimiento poblacional depende de diversas relaciones, que pueden ser modelizadas, teniendo en cuenta por ejemplo, las tasas de natalidad y mortalidad, sin considerar las migraciones. Según se observa en el gráfico adjunto, la supervivencia en las poblaciones puede ser de tres tipos. El tipo III implica:



- a. Baja mortalidad en el final de la vida
- b. Mortalidad constante durante toda la vida
- c. Mortalidad elevada en las primeras etapas de la vida y reducida en las últimas
- d. *Mortalidad reducida en las primeras etapas de la vida y alta en las últimas.*

4. La tasa de crecimiento poblacional, es la relación expresada como:
 - e. Número de nacimientos + número de muertes
 - f. Número de nacimientos – número de muertes
 - g. La diferencia entre número de nacimientos y número de muertes en un tiempo dado
 - h. *La diferencia entre nacimientos y muertes, en relación al tiempo y al número total de individuos.*

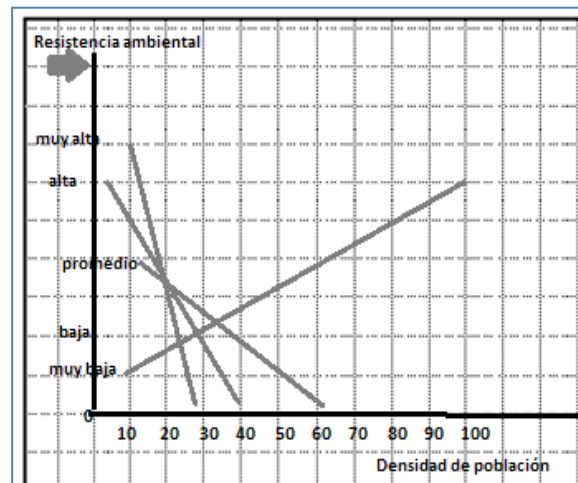
5. En el crecimiento poblacional se pueden analizar:
- I. Un crecimiento exponencial donde predomina la natalidad sobre la mortalidad.
 - II. Un crecimiento logístico, balanceando el número de nacimientos en relación a la capacidad del ambiente.
 - III. Al crecimiento exponencial como crecimiento sin restricciones
 - IV. Capacidad de carga, como el número promedio que puede soportar un ambiente.



Son correctas las opciones:

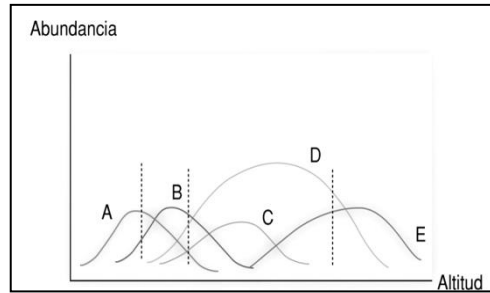
- a. I y II
 - b. Todas, excepto IV
 - c. Todas, excepto III
 - d. Todas
6. La densidad de población está dada por el número de individuos en relación a unidad de superficie o de volumen. Según se ve en el gráfico inserto:

- a. A mayor resistencia ambiental, mayor densidad poblacional
- b. A menor resistencia ambiental, menor densidad poblacional.
- c. A menor resistencia ambiental, mayor densidad de población.
- d. A resistencia ambiental promedio, densidad de población alta.



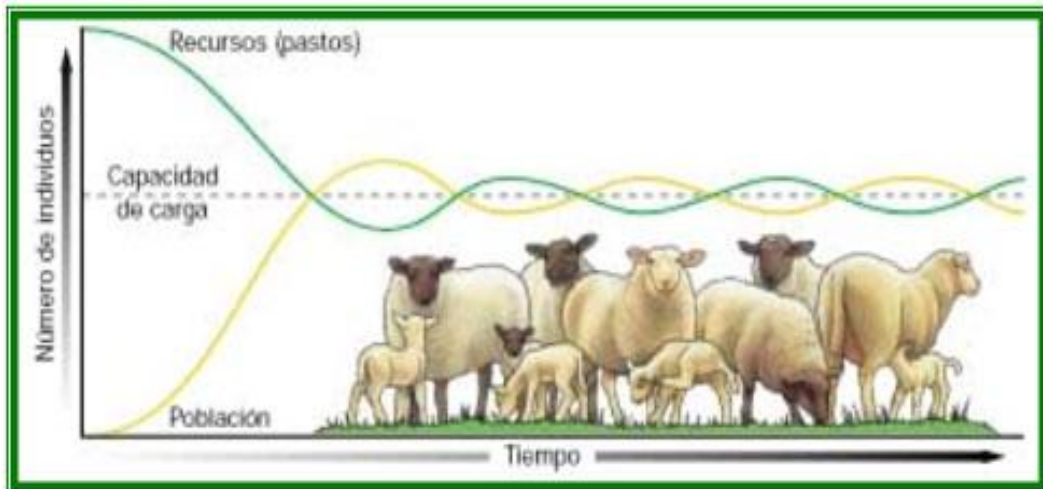
7. La abundancia de poblaciones, es decir la estructura de una comunidad, su variedad y riqueza, está de la mano de las diferencias de gradientes, como por ejemplo la humedad o la altitud. En el siguiente gráfico se puede analizar que:

- a. A mayor altitud mayor abundancia de poblaciones
- b. A menor altitud mayor abundancia de poblaciones.
- c. A altitud media menor abundancia de poblaciones
- d. A altitud media mayor abundancia de poblaciones.



8. Las interacciones, en el interior de una comunidad generan diferentes modelos. Según el diagrama inserto, allí se puede apreciar el modelo de:

- a. Competencia por explotación
- b. Parasitismo
- c. Mutualismo
- d. *Competencia por interferencia*



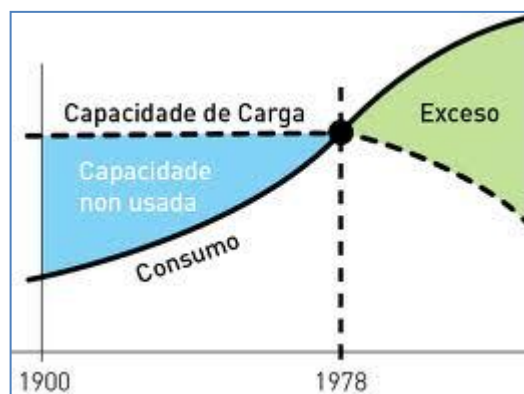
Anexo 9

Evaluación trimestral aplicada al
grupo experimental (4°3°)

Evaluación Trimestral N°1

1. Una población presenta la siguiente curva de crecimiento, según lo muestra la figura de la izquierda. La evolución del crecimiento se representa durante 78 años, tiempo en el cuál, la población, presenta:

- Un crecimiento desacelerado
- Un crecimiento exponencial
- Una tasa de natalidad equilibrada con la tasa de mortalidad
- Una tasa de natalidad mayor que la tasa de mortalidad.



2. Teniendo en cuenta el mismo gráfico anterior, ahora analizando la gráfica que representa la capacidad de carga, se puede decir que:

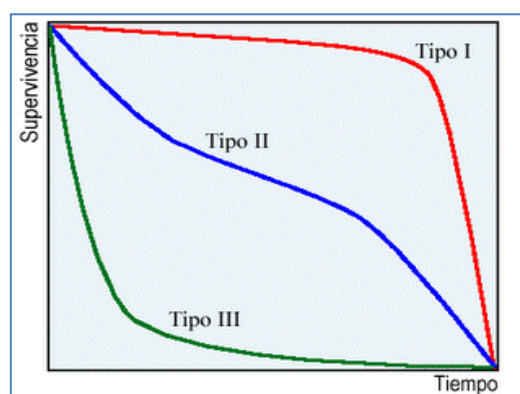
- En el año 1978 la capacidad de carga fue alcanzada en su punto máximo de tolerancia
- En el año 1900 la capacidad de carga fue alcanzada en su punto máximo de tolerancia
- A partir de 1978 se manifiesta un sostenimiento en el límite de la capacidad de carga
- A partir del año 1978 se manifiesta un agotamiento de los recursos y disponibilidades que el ambiente puede soportar.

Son correctas:

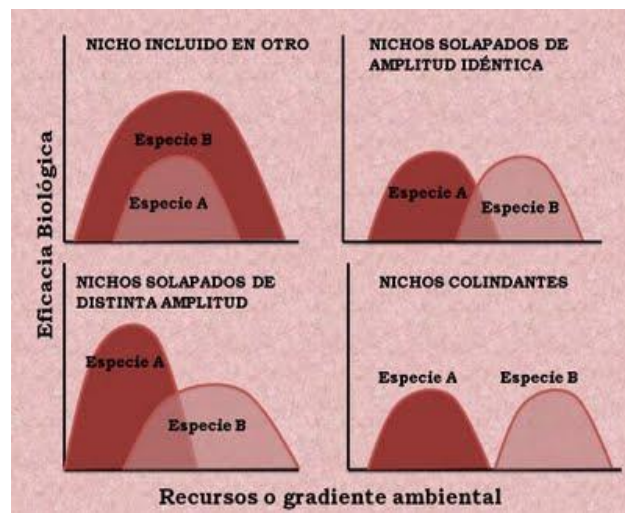
a. I y III	b. II y IV	c. I y IV	d. II y III
------------	------------	-----------	-------------

3. El crecimiento poblacional depende de diversas relaciones, que pueden ser modelizadas, teniendo en cuenta por ejemplo, las tasas de natalidad y mortalidad, sin considerar las migraciones. Según se observa en el siguiente gráfico, la supervivencia en las poblaciones puede ser de tres tipos. El tipo II implica:

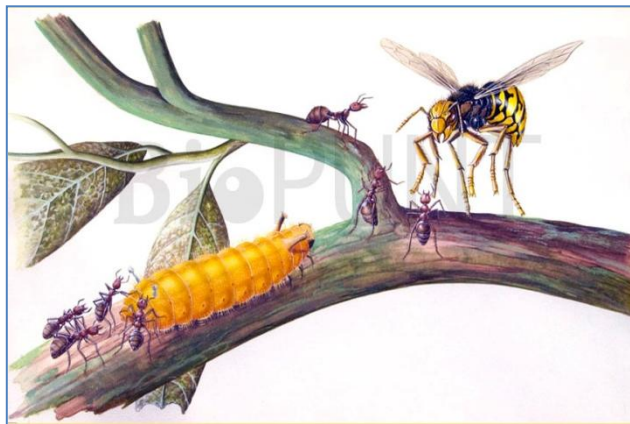
- Alta mortalidad en el final de la vida
- Mortalidad constante durante toda la vida
- Mortalidad elevada en las primeras etapas de la vida y reducida en las últimas
- Mortalidad reducida en las primeras etapas de la vida y alta en las últimas.



4. Al analizar la gráfica que aparece a continuación, podemos analizar que:
- Cuando la especie A está incluida en el nicho de la especie B, es menos eficaz biológicamente.
 - La eficacia biológica está referida sólo a la actividad reproductiva
 - Los recursos ambientales son ampliamente aprovechados por la especie A
 - El nicho ecológico en esta gráfica es sinónimo de hábitat.



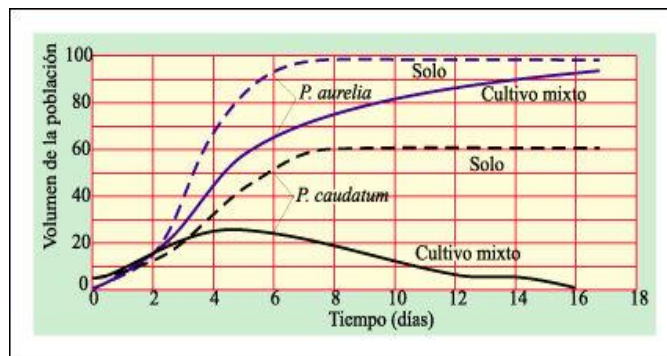
5. Las hormigas se alimentan de sustancias azucaradas que segregan nectarios de muchas plantas tropicales, algunas mariposas tienen orugas que segregan gotas de sustancias químicas a través de glándulas de la parte posterior de su cuerpo y parece que esa sustancia agrada a las hormigas aún más que las secreciones de la planta. Por eso toleran la presencia de las orugas y las defienden de sus depredadores naturales. Lo curioso además es que, cuando las orugas se sienten atacadas, segregan una feromona que provoca la respuesta inmediata de las hormigas, que acuden rápidamente en su defensa.



En este caso es una relación de:

- Competencia
- Mutualismo de dispersión
- Mutualismo de defensa
- Parasitismo

6. En el siguiente gráfico se observa la interacción de dos especies de protozoarios (Paramecio caudatum y Paramecio Aurelia), eucariotas y heterótrofos. Cuando se realizan cultivos mixtos, se observa:
- Predación
 - Parasitismo
 - Competencia intraespecífica
 - Competencia interespecífica*



7. El gorrión común (*Passer domesticus*) es un ave de amplia y antigua relación con el ser humano. La población de gorriones, está constituida por una serie de subpoblaciones. Cada una de ellas tiene una probabilidad de nacimientos y una probabilidad de muerte. Por ello, una subpoblación puede ser capaz de mejorar su éxito reproductivo, migrando. De entre las razones de migración, está la alimentación, conseguir fuentes de proteínas es esencial porque:
- La inmunidad y la muda requieren de aminoácidos*
 - Intervienen en la formación de la cáscara del huevo
 - Influyen en el funcionamiento renal
 - Determinan directamente, la capacidad de construcción del nido
8. De diversos estudios resueltos en los procesos de nidificación, algunos de los estudios indicó que, la nidificación de los gorriones:
- aumentó aún cuando la superficie de bosques se conservó
 - disminuyó aún cuando la superficie de bosques se conservó
 - aumentó aún cuando la superficies de bosques disminuyó
 - disminuyó aún cuando la superficies de bosques aumentó*
9. Algunas hembras de gorrión común, colocan sus huevos en nidos ajenos. En este caso se observa un caso de:
- Parasitismo interespecífico
 - Invasión de incubación
 - Parasitismo intraespecífico*
 - Perturbación de crianza

10. Los gorriones urbanos presentan características corporales marcadas y diferentes a los que habitan en la zona rural. En este caso presentan alas cortas y redondeadas, y colas largas para favorecer vuelos:
 - a. con poco gasto energético
 - b. *cortos con mayor aceleración y maniobrabilidad*
 - c. largos con ahorro energético
 - d. largos con mayor aceleración y maniobrabilidad

11. El gorrión común del área urbana, en general presenta un pico adaptado a una alimentación granívora. En este caso, el pico es:
 - a. Menos grueso y con mayor volumen, que la diversidad de ámbito rural
 - b. Más grueso y con mayor volumen, que la diversidad de ámbito rural
 - c. Menos grueso y con menor volumen, que la diversidad de ámbito rural
 - d. *Más grueso y con menor volumen, que la diversidad de ámbito rural*

12. El babero gular es una formación en el plumaje que aparece de color oscuro y en general abarca una superficie importante, en los machos. En este caso, si los individuos no lo poseen, son machos:
 - a. no competitivos
 - b. *con desventaja competitiva*
 - c. competitivos
 - d. con superioridad competitiva

