

## Las representaciones gráficas cartesianas en biología de poblaciones: Un estudio de campo en educación secundaria

por Eugenia Cristina Artola,  
Liliana Esther Mayoral Nouvelière  
y Alicia Benarroch Benarroch

[ecartola@hotmail.com](mailto:ecartola@hotmail.com),  
[lmayoralnouveliere@yahoo.com.ar](mailto:lmayoralnouveliere@yahoo.com.ar),  
[aliciabb@ugr.es](mailto:aliciabb@ugr.es)

Los individuos estamos inmersos en una cultura visual repleta de representaciones gráficas. Estas representaciones pueden ser de diferentes tipos: diagramas, ilustraciones, gráficas cartesianas, ecuaciones, etc., y son usadas como herramientas para comunicar ideas y fenómenos. En el caso particular de la enseñanza de las ciencias experimentales, caracterizadas por la manipulación y control de los fenómenos naturales, las representaciones en general y las gráficas cartesianas en particular, pueden ser muy útiles para expresar y comunicar las relaciones entre variables.

En este artículo presentamos una indagación acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las representaciones gráficas cartesianas en el dominio de la biología, especialmente en el subdominio de la biología de poblaciones; área en la que son abundantes los conceptos que relacionan dos o más variables (por ejemplo: tasas de crecimiento, de migración, de natalidad) y en la que frecuentemente, se utilizan estas representaciones para comunicar dichas relaciones.

El interés de este trabajo está centrado en analizar las dificultades de los estudiantes de educación secundaria con estas representaciones. En este sentido, estudios previos (Pozo y Flores, 2007), vinculados con el tipo de representaciones gráficas, indican que la complejidad de la relación numérica establecida induce en los alumnos dificultades a la hora de interpretar y describir la información representada o de construir la gráfica a partir de datos y conceptos brindados. Desconocemos si esto ocurre también en el campo de la biología y cuál podría ser el grado de influencia de estas dificultades en la construcción de conceptos, cuando se trata en especial de biología de poblaciones, razón por la cual el trabajo se vinculó a detectarlas y analizarlas.

**Eugenia Artola**

Es Profesora de Matemática, Física y Cosmografía, Licenciada en Matemática y Posgrado en Docencia de Nivel Superior.

Cursa actualmente el Doctorado en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología de la Universidad de Granada. Se desempeña como docente de Matemática en la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) y Universidad de Mendoza. Ha dictado y participado de numerosos cursos y seminarios de su especialidad.

**Liliana Esther Mayoral**

Es Profesora de Biología y Doctora en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología por la Universidad de Granada. Se desempeña como Profesora Titular en Educación Secundaria y Universitaria. Es co-autora de diversas publicaciones. Integrante del Comité de Olimpiadas Argentinas de Ciencias Junior.

**Alicia Benarroch**

Es Licenciada en Química y Doctora en Enseñanza de las Ciencias por la Universidad de Granada, donde trabaja desde 1998.

Anteriormente, fue profesora de Física y Química de Secundaria, puesto al que accedió a través de unas oposiciones estatales. Ha impartido docencia de grado y posgrado en numerosas universidades españolas y latinoamericanas. Es asesora de revistas especializadas en Enseñanza de las Ciencias. Cuenta con numerosas tesis de doctorado dirigidas, libros y artículos en Enseñanza de las Ciencias.

Para ello, trabajamos en dos instancias (ciclo lectivo 2011 y 2012 respectivamente) con estudiantes de secundaria que asisten a un establecimiento de educación pública de gestión estatal. Los alumnos están comprendidos entre los 12 y 14 años de edad y pertenecen al primer año de la actual educación secundaria.

## ¿Qué funciones cognitivas potencian los gráficos?

El análisis de las gráficas en general, se justifica desde la potencia que poseen en sí mismas para el aprendizaje de diferentes conceptos en diversos campos. Los estudios realizados sobre el aprendizaje de textos acompañados de gráficos, muestran un efecto positivo del texto ilustrado frente al no ilustrado, lo que justifica su alto uso en los libros de texto (Levie y Lentz, 1982; Guri-Rozenblit, 1988; Moore, 1993, en Postigo y Pozo, 1999); aunque aún se sabe poco acerca de los procesos cognitivos subyacentes a la adquisición del conocimiento a través de textos ilustrados. Para afrontar este problema, podemos utilizar dos perspectivas: una centrada en la influencia de los gráficos en la memoria y comprensión del texto, denominado enfoque conductista y otro, centrado en la psicología cognitiva y las estrategias que favorecen el aprendizaje, denominado funcional. En este último enfoque, se distinguen distintas opciones acerca del papel que desempeñan los gráficos: para algunos autores que trabajan sobre la hipótesis de los organizadores previos o esquemas, las ilustraciones

son agentes motivadores del aprendizaje (Dean y Kulhavy, 1981); para quienes lo hacen bajo la hipótesis de la retención conjunta, las ilustraciones ayudan a la vinculación de códigos (Paivio, 1986) y para aquellos que las consideran como construcción de modelos mentales, contribuyen a elaborar representaciones internas o mentales en el aprendiz (Mayer, 1993). En suma, las tres miradas convergen en la funcionalidad del gráfico en el proceso de favorecer el acceso al conocimiento.

Según Postigo y Pozo (1999), los gráficos se diferencian siguiendo su naturaleza representacional, caracterizada por el tipo de información y el formato utilizado. Así, distinguen los cuatro grupos siguientes: los diagramas (expresan una relación conceptual, pueden ser los esquemas, mapas conceptuales o diagramas de flujo); las gráficas (exponen una relación cuantitativa entre dos o más variables; incluyen a los histogramas, diagramas cartesianos, gráficas cartesianas, diagramas de líneas o de barras y pirámides poblacionales); los mapas (representan una relación espacial selectiva, ejemplificados en planos, croquis o dibujos esquemáticos) y las ilustraciones (como fotografías, dibujos y pinturas).

Pozo (2003) señala que las funciones cognitivas principales que se potencian con los gráficos, son el acceso, la percepción y la comunicación-expresión. Liben y Downs (1992) y Levin (1989), citados por Postigo y Pozo (1999), realizan una categorización de estas funciones, utilizando indicadores de las acciones de aprendizaje

Funciones Cognitivas Potenciadas	Indicadores	Caracterización de los gráficos
Acceso	Identificación	Presentan signos que representan la realidad (dibujos figurativos o fotografías) favoreciendo la referencia a conceptos.
	Interpretación	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 relacionan a los procesos de predicción tanto como a los de formulación de explicaciones provisorias.

Cuadro N° 1: Funciones cognitivas potenciadas (elaboración propia a partir de Postigo y Pozo, 1999).



fortalecidas por los mismos. Por ejemplo, las de carácter analógico adquieren mayor importancia en la función de acceso, ya que poseen más características del objeto representado. La percepción, en cambio, se favorece por los diagramas o esquemas dado que impulsan la organización o los vínculos entre conceptos. Por último, la comunicación-expresión, adquiere mayor desarrollo si los gráficos conllevan a una transformación de significados o una solución de problemas. Por tanto, según sus características, podemos prever los indicadores de aprendizaje que estarán en juego y la consecuente función cognitiva asociada. En el Cuadro N° 1 visualizamos estas relaciones entre las funciones cognitivas potenciadas, los indicadores de aprendizaje y las características de los gráficos.

En el aprendizaje de la biología, los gráficos que expresan una relación cuantitativa son esenciales dado que se vinculan fuertemente a las relaciones funcionales propias de un organismo o en el contexto de una comunidad ecológica. La dinámica funcional en el campo de la biología 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 vinculadas tanto con la anatomía como con los componentes que estructuran un ecosistema. Por ello, son frecuentes las gráficas cartesianas, definidas en este nivel como representaciones que expresan una relación numérica entre dos variables a través de distintos elementos espaciales: barras, líneas, puntos, etc.

Se advierte que es frecuente que los alumnos tiendan a realizar un procesamiento muy ligero y en la mayoría de los casos, se limiten a la lectura de los datos y al reconocimiento de aspectos puntuales de las gráficas, apareciendo dificultades cuando indagamos en niveles más profundos de interpretación de la información representada (Preece y Janvier, 1993). Además de leer y construir gráficas, los estudiantes 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. Por su parte, 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". Estas dos dimensiones son de gran interés en el trabajo didáctico pues, el conocerlo permite diagramar las intervenciones de enseñanza para un mayor y más ajustado aprendizaje.

## Semiosis y gráficas

Hablar de semiosis implica referirnos al proceso de asociación de signos en la producción de significación interpretativa. Por lo cual, el desarrollo del apartado anterior nos lleva por un lado, a considerar las funciones cognitivas asociadas al trabajo con las gráficas y por el otro, al modo de intervención en los procesos de enseñanza en cuanto a las acciones interpretativas. Cabe aclarar que la interpretación de la información es parte de un proceso, de un continuo que muy bien detallan Postigo y Pozo (1999), quienes destacan y describen tres niveles de procesamiento de la información: nivel de procesamiento de la información explícita, nivel de procesamiento de la información implícita y nivel de procesamiento de la información conceptual. Cada nivel a su vez, posee una serie de operaciones de procesamiento, las cuales serán ejecutadas por los aprendices, al proponer alguna tarea didáctica. El trabajo de análisis del desempeño y desarrollo cognitivo de los estudiantes para acceder a cada nivel expresado, puede ser enriquecido si advertimos que desde las estrategias didácticas se enriquecen mediante procedimientos sustentados por actividades variadas y complementarias (García, 2005).

En el Cuadro N° 2 presentamos los niveles de procesamiento de la información gráfica, interpretados como niveles de comprensión, junto a sus características, enriquecidas por los procedimientos y las actividades de aplicación en las intervenciones didácticas.

Por lo tanto, que el sujeto interprete una gráfica siguiendo estos tres niveles de información depende de su habilidad en la decodificación de la sintaxis de la misma, de su conocimiento sobre el contenido representado y de las características semánticas o de las variables o factores de la tarea que rodean a su aprendizaje. Se puede establecer así una vinculación entre las funciones cognitivas, sus indicadores (Postigo y Pozo, 1999) y los procedimientos propuestos por García (2005).

Además las imágenes pueden contener información acerca de diversos objetos, acciones, ideas o emociones expresadas de forma tal que pueden adquirir un significado universal, con el paso del tiempo. La polifonía gráfica es una realidad compleja que no siempre facilita la lectura, interpretación y verbalización del interpretante. Los mensajes diagramados a partir del predominio de imágenes suponen desde una visión cognitiva y cultural, un formato representacional más sintético y menos exigente, ya que se constituyen en una construcción cultural y son más universales. Entonces, al

Nivel de información	Características	Procedimientos	Actividades relacionadas
<b>Explícita</b>	<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 a ubicaciones diferentes en la línea gráfica; Identificar un punto en la línea gráfica para el cual se cumplen determinadas condiciones.
<b>Implícita</b>	<i>En este nivel se identifican patrones y tendencias a través del establecimiento de relaciones intravariabiles e intervariables. 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.
<b>Conceptual</b>	<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: 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 el comportamiento de un sistema análogo al descrito por la representación gráfica.

Cuadro N° 2: Distintos niveles para el procesamiento de la información gráfica y su relación con procedimientos y actividades de aplicación (elaboración propia a partir de Postigo y Pozo, 1999, y de García, 2005).

estimular diversos sensores cognitivos, las acciones de pensamiento primario e intuitivas son favorecidas y con ello, la actitud motivacional del individuo interactuante, quien procesará con mayor rapidez debido a la polivalencia, simplicidad y concreción del mensaje ilustrado. Pero suele ocurrir a veces, que solo cumplen un papel decorativo por la escasa presencia de íconos (signos y símbolos) debidamente referenciados que aumentan la atención del potencial lector o por la falta de procedimientos para trabajarlos dificultando en ese caso su comprensión, integración y aprendizaje. Es por esto, que las imágenes más especializadas y complejas demandan de una enseñanza formal que aporte los procedimientos necesarios para su aprendizaje, lo cual implica proporcionar una alfabetización gráfica. La diversidad de estrategias para la decodificación de los gráficos depende de la naturaleza y modalidad de la información portada por estos y se hace necesario un cuestionamiento acerca de sus características, su clasificación, tipos, diferencias, similitudes y funciones sobre los cuales se sustentará la acción educativa.

Para lograr la semiosis se involucran tres actividades cognitivas fundamentales de representación: la formación, el tratamiento y la conversión (Duval, 1999). Mientras que la formación de representaciones en un registro semiótico particular puede servir para expresar una representación mental o para evocar un objeto real, el tratamiento permite la transformación de una representación en el mismo registro; la conversión ocurre cuando la

transformación produce una representación en un registro diferente al usado inicialmente. Estas dos últimas actividades cognitivas están ligadas a la propiedad fundamental de las representaciones semióticas y permiten su transformabilidad en otras que pueden preservar todo o parte, del contenido de la inicial. Las tareas de producción de una respuesta, sea un texto o un gráfico, movilizan al mismo tiempo la formación de representaciones semióticas y su tratamiento. Asimismo, las tareas de comprensión pueden movilizar las tres actividades cognitivas fundamentales; sin embargo, existen reglas de funcionamiento propias a cada una de ellas que dependen de los sistemas semióticos utilizados.

A fin de resolver el trabajo de indagación y teniendo en cuenta que se trata de un contenido matemático en el contexto de la biología de poblaciones, dado que el Cuadro N° 1 vincula las funciones cognitivas con los indicadores de procesamiento y las demandas de los gráficos y que, el Cuadro N° 2 relaciona las demandas cognitivas con las demandas de las actividades; cruzamos la información y generamos el Cuadro N° 3. En este, presentamos las actividades ligadas a la semiosis, las funciones cognitivas con los indicadores de aprendizaje y las dimensiones de las tareas asociadas. En consecuencia, lo hemos aplicado como una estructura taxonómica en el estudio analítico del desempeño de los estudiantes de educación secundaria y en el desarrollo de diversos materiales didácticos utilizados en el aula para el tratamiento y construcción de nociones relacionadas con las poblaciones biológicas.

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

Cuadro N° 3: Capacidades, funciones cognitivas e indicadores para el procesamiento de la información gráfica (elaboración propia a partir de Postigo y Pozo, 2003 y de García, 2005).

## ¿Cómo trabajamos?

El trabajo de exploración, lo efectuamos con estudiantes de educación secundaria para lo cual utilizamos los diseños de aplicación y secuencias de actividades, elaboradas por el docente de aula a los efectos de llevar adelante el contenido programático. Luego, recolectamos y analizamos los datos aplicando los indicadores y las variables que se señalan en el Cuadro N° 3.

En el ciclo lectivo 2011, desplegamos el estudio con un grupo de 30 alumnos, en tres etapas diferentes denominadas: primera, segunda y tercera sección, respectivamente. Los contenidos propuestos fueron en el marco de la fisiología vegetal, la etología y la dinámica poblacional. Además, los conceptos centrales formaban parte de los desarrollos didácticos del segundo y tercer trimestre. Por su parte, los estudiantes, organizados en parejas, debían resolver gráficas vinculadas a conceptos de dinámica poblacional.

En una segunda instancia y en el siguiente ciclo lectivo (2012), realizamos otra investigación con estudiantes del mismo establecimiento educativo, sosteniendo la idea de impacto de los cambios curriculares sustentados esencialmente en los últimos años y que suponen una posible mejora en la formación de los alumnos, específicamente en el uso de gráficas cartesianas. En este caso, trabajamos con alumnos de tres divisiones correspondientes a 1° año de educación secundaria, constituidas por 27 alumnos cada una. Propusimos una modalidad de trabajo en el aula de modo individual, en la cual cada aprendiz contaba con acceso a sus apuntes de clase, al libro de texto escolar y con una activa mediación docente, para resolver las actividades propuestas. Para ello, diagramamos dos variaciones de un mismo instrumento cuya estructura exhibe un ítem A con tres preguntas y un ítem B con dos. En ambos temas, el eje conceptual que rige el desarrollo es la clasificación de seres vivos a partir de diversos criterios (estructurales, funcionales, etológicos) y su relación con el ambiente. Los jóvenes completan un diagrama conceptual atendiendo a criterios de clasificación genéricos de los seres vivos (tipo de nutrición -tema 1; tipo de célula -tema 2). En la segunda consigna, interpretan una curva de dinámica de poblaciones en la cual la diferencia se centra en el contexto: población de pumas (*Puma concolor*) para el tema 1 y población de lentejas de agua (*Lemma minor*) para el tema 2. Ambas representaciones expresadas mediante una gráfica cartesiana de líneas, en el primer tema y de líneas y puntos en el segundo, asistidas por un breve texto que contextualiza el concepto objeto de análisis. Es de destacar, que advertimos una disminución considerable del porcentaje de alumnos que lograron responder correctamente a la lectura de datos, como también a la extrapolación y comparación de las variables involucradas en la gráfica presentada. En tanto, la tercera consigna,

introduce a los estudiantes al análisis de características adaptativas (estructurales, funcionales y etológicas) de seres vivos y a una actividad problemática. Para ello, planteamos "imaginar ser investigadores" que cuentan con catálogos para identificar un animal a partir de la forma de las patas y las huellas (mamíferos -tema 1 y aves -tema 2), acompañados con textos complementarios que permitan concluir en una clasificación que justifica la habitabilidad de la especie en un sitio y tiempo determinado.

El ítem B de ambos temas, despliega un problema sobre una población de aves y la cantidad de individuos que fluctúan durante siete meses de registro, comenzando el mismo, por el mes de septiembre. La primera pregunta, es una actividad de formación y tratamiento, pues demanda la identificación en la detección del número de variables, el tipo y valores obtenidos, así como el establecimiento de relaciones y la comprensión y resolución del problema como la emisión de la respuesta. Observamos que solo el 44% de los alumnos la responde en forma correcta en el tema 1 y el 70% en el tema 2. Es llamativa la diferencia entre los resultados obtenidos. La segunda actividad que es de formación, tratamiento y conversión, plantea que los jóvenes representen los datos obtenidos en el problema en una gráfica cartesiana de líneas y puntos. Sólo el 22% de los alumnos que resuelven el instrumento del tema 1, y el 10% de los estudiantes en el tema 2 lo realizan en forma correcta.

Indicadores	Dimensiones	Curso 2011	Curso 2012
Identificación	• Numero de variables (NV)	- -	+ +
	• Tipo de variables (TV)	+ +	+ +
	• Valores de las variables (VV)	+ + +	+ +
Interpretación	• Clasificación de las variables (CIV)	-	- -
	• Ubicación de las variables (UV)	+ +	+ +
	• Asignación de título (AT)	+	- -
Análisis	• Reconocimiento de las unidades (RU)	- -	+ +
	• Reconocimiento de escalas (RE)	- -	+ +
	• Reconocimiento de patrones y tendencias (RPyT)	+ +	* *
	• Reconocimiento del comportamiento de las variables (RV)	+	+ +
Análisis y Vinculación	• Extrapolación de variables (EV)	-	-
	• Comparación de variables (CV)	-	-
	• Clasificación de la relación entre las variables (CRV)	-	-
Solución de problemas	• Comprensión del problema (CP)	+	+ +
	• Resolución (RP)	*	* *
	• Emisión de la respuesta (ER)	+ +	+ +
Organización	• Determinación de la relación algebraica (RA)	-	-
	• Establecimiento de la forma en que covarían las variables (CoV)	-	-
Transformación	• Transferencia de conceptos (TC)	*	*
	• Conversión de representaciones (CR)	+	+ +

Cuadro N° 4: Cuadro comparativo que indica las frecuencias de las dimensiones presentes en las distintas actividades resueltas en los dos ciclos. Los símbolos indican: (+) plenamente presente, (\*) escasamente presente y (-) ausente.



Para comprender los porcentajes de desempeño de los aprendices, resolvimos una comparación entre los indicadores y las dimensiones especialmente potenciadas en los diversos instrumentos implementados en cada uno de los trabajos de campo. El Cuadro N° 4 que presentamos, muestra estos resultados teniendo en cuenta los códigos (+, \*, -) que asignamos relacionados directamente con la frecuencia en la que aparecen las distintas dimensiones presentes en cada actividad. Consideramos en este caso: (+) plenamente presente, (\*) escasamente presente y (-) ausente.

En el Cuadro N° 5 se pueden apreciar los promedios de porcentajes correspondientes a las actividades ligadas a la semiosis de formación, tratamiento y conversión para los dos ciclos lectivos analizados. Este manifiesta que en la actividad de formación no se evidencian diferencias en el porcentaje obtenido en cada uno de los ciclos lectivos estudiados, en cambio en el tratamiento y conversión en el uso de las gráficas, estas son notables.

### ¿Qué nos dicen los resultados?

Los resultados obtenidos, nos permiten concordar con anteriores investigaciones en que los alumnos manifiestan dificultades en el uso de las gráficas cartesianas, en las actividades de formación, tratamiento y conversión que se proponen en este caso en los procesos de aprendizaje de contenidos de biología de poblaciones. Si bien, en la actividad de formación no denotan diferencias en el porcentaje obtenido en cada uno de los ciclos lectivos estudiados, en cambio en el tratamiento y conversión en el uso de las gráficas se advierten grandes diferencias, lo cual puede asociarse a diferentes causas. En este sentido, en los dos ciclos lectivos estudiados observamos que en promedio, más de la mitad de los alumnos consigue el acceso a la identificación del número, tipo y valores de las variables involucradas en las gráficas; con similar porcentaje logran la interpretación que supone su clasificación y ubicación. Al mismo tiempo, en el establecimiento de relaciones en su comparación y en la articulación con el reconocimiento de las variables y clasificación de la relación, solo un porcentaje muy bajo lo realiza correctamente teniendo en cuenta las variables definidas en el Cuadro N° 3. Detectamos el menor porcentaje, en la actividad que involucra la construcción de una gráfica, ya que implica el dominio de la percepción en el reconocimiento de unidades, escalas y patrones; la comunicación-expresión en la solución del problema y la transformación en la transferencia de conceptos y en la conversión de las representaciones utilizadas.

Si se tienen en cuenta las dimensiones y los indicadores presentes en los instrumentos implementados para los dos ciclos lectivos, advertimos que figuran plenamente el reconocimiento del tipo y valores de las variables, como también la ubicación y reconocimiento del

Actividades ligadas a la semiosis	Ciclo lectivo 2011	Ciclo lectivo 2012
Formación	48%	47%
Tratamiento	71%	38%
Conversión	68%	16%

Cuadro N° 5: Porcentajes medios de desempeño exitoso de los estudiantes en la resolución de las tareas asociadas a cada una de las actividades ligadas a la semiosis.

comportamiento de las mismas. La comprensión del problema, la emisión de una respuesta y la conversión de representaciones son indicadores que se observan de similar forma. En el ciclo 2012 el reconocimiento de patrones, la resolución de problemas y la transferencia de conceptos están escasamente presentes y las dimensiones que están ausentes para los dos ciclos lectivos se refieren a la extrapolación y comparación de variables, a la clasificación y determinación de la relación entre ellas y al establecimiento de la forma en que covarían.

Atento a ello, nos permitimos compartir algunas sugerencias tales como: replantear la secuencia de acciones, el orden y completitud de las mismas en un acto de intervención didáctica para potenciar mejores resultados en el tratamiento de este tipo de representaciones.

### Intervención didáctica: un acercamiento

Elaborar una secuencia didáctica que tenga una estructura que potencie los tres niveles de formación: acceso, percepción y comunicación-expresión, sin descuidar el vínculo a la semiosis, nos lleva a plantear una línea de trabajo con una población específica, más que con un popurrí de poblaciones y casuísticas.

Si tenemos en cuenta que los estudiantes de secundaria, generan mejores aprendizajes 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, estimamos que 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 mencionados.

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 nos invita a escribir, a producir no solamente los textos sino

también, los gráficos que deberán ser plataforma de trabajo para el estudiante; desde los más sencillos que podamos crear como docentes hasta los más complejos; en la medida que el proceso avance.

¿Cómo andar este camino? ¿Cómo desarrollarlo? Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC) son de gran ayuda. A través de ellas, podremos acceder a información proveniente de diversos investigadores. La búsqueda requiere paciencia. La producción del material, demandará no descuidar lo propuesto en el Cuadro N°3. Por ejemplo, si se seleccionara como excusa para el proceso de enseñanza y

aprendizaje, una población de gorriones (*Passer domesticus*), se deberán recopilar los datos necesarios en cuanto a las características biológicas, etológicas, adaptativas y ecológicas; estudiarlas y secuenciarlas en la propuesta de intervención de tal modo que se potencie la continuidad del aprendizaje según los procesos cognitivos. Probablemente, luego se pueda constatar la plausibilidad del diseño, atendiendo al desempeño de los aprendices al aplicar esencialmente las actividades de conversión, en la población de estudio primero y luego, visualizar los diferentes momentos de desarrollo cognitivo al proponer el trabajo en otro contexto de estudio.

## Referencias bibliográficas

Carswell, C.; Emery, C. y Lonon, A. 1993. Stimulus complexity and information integration in the spontaneous interpretation of line graphs. *Applied Cognitive Psychology*. Vol. 7, pp. 341-357.

Dean, R. S. y Kulhavy, R. W. 1981. Influence of spatial organization in prose learning. *Journal of Educational Psychology*. Vol. 73, N° 1, pp. 57- 64.

Deulofeu, J. 1991. El lenguaje de las gráficas cartesianas y su interpretación en la representación de situaciones discretas. *CL&E*. Vol.11, N°12, pp. 77- 86.

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.

García García, J. y Perales, F. 2007. ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones gráficas cartesianas? *REIFOP*. Vol. 10, N° 1.

García García, J. 2005. *La comprensión de las representaciones gráficas 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.

Leinhardt, G., Zaslavsky, O. y Stein, M. K. 1990. Functions, Graphs and graphing. Task a Learning and teaching. *Review of Educational Research*. Vol. 60, N° 1, pp. 1-64.

Mayer, R. 1993. Illustrations that instruct. In R Glaser, Editor, *Advances in instructional Psychology*, Elbaum, Hillsdale, New Jersey. Vol. 4, pp. 253-284.

Paivio, A. 1986. *Mental representations: A dual coding approach*. Nueva York: Oxford University Press.

Postigo Y. y Pozo, J. 1999. *El aprendizaje estratégico: enseñamos a aprender desde el currículo*. Madrid: Santillana.

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).

Pozo, J. 2003. *Adquisición de conocimiento. Cuando la carne se hace verbo*. Madrid: Morata.

Preece, J. y Janvier, C. 1993. Interpreting trends in multiple-curve graphs of ecological situations: The role of context. *International Journal Science Education*. Vol 15, N° 2, pp. 199-212.

## APORTES A LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

Si usted es docente y/o investigador y desea difundir su trabajo en esta sección, contáctese con María Teresa Ferrero, responsable de la misma. (mtferreroroque@uolsinectis.com.ar)