



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

TESIS DE DOCTORADO EN LETRAS

**Recursos visuales y potencial de significación  
en el discurso científico-pedagógico  
(Argentina, 1965-2005)**

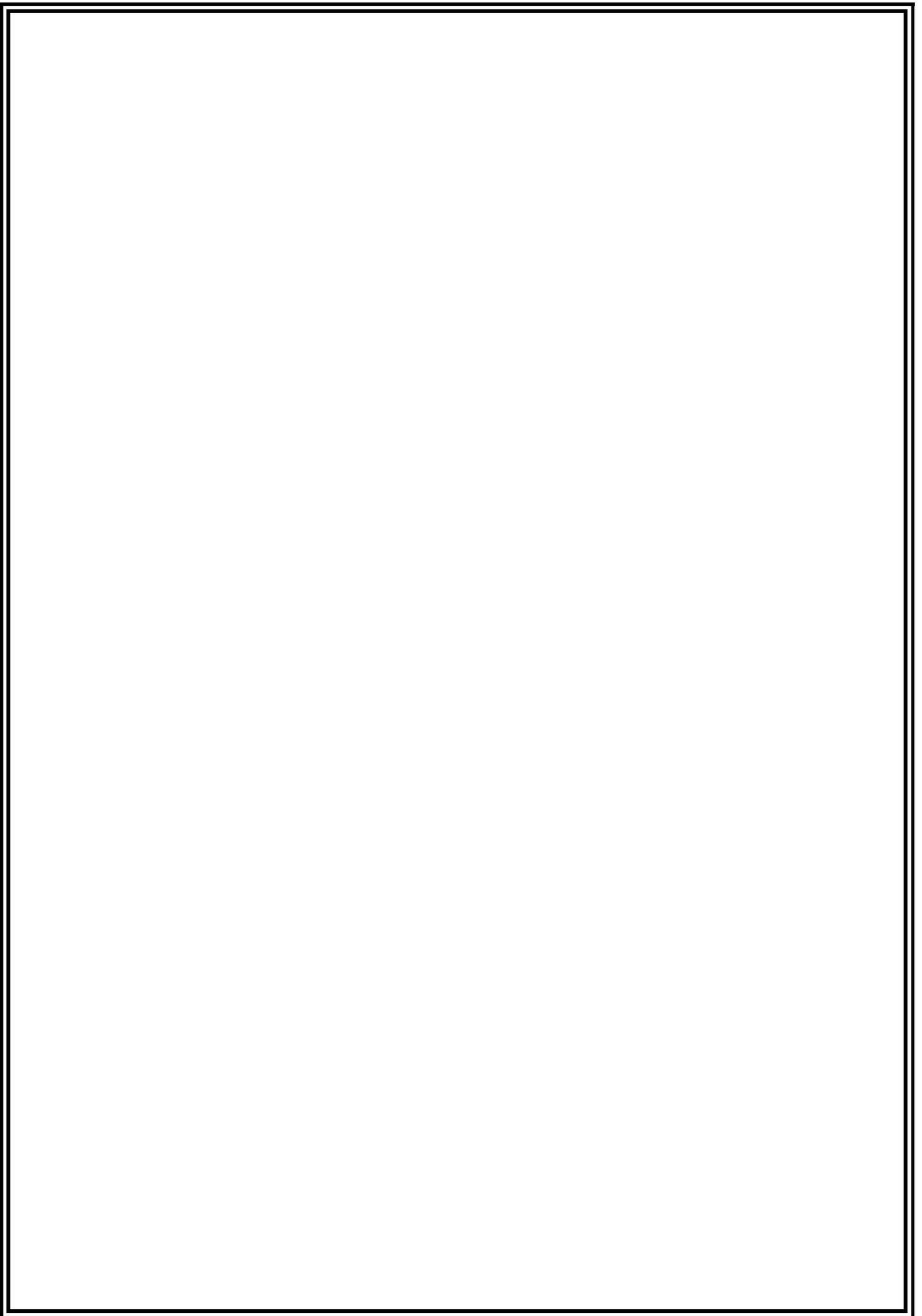
*De la ilustración a la infografía*

Daniela Palmucci

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

2017



## **PREFACIO**

Esta tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado académico de Doctora en Letras, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Humanidades durante el período comprendido entre el 17 de noviembre de 2007 y el 14 de marzo de 2017, bajo la dirección de la Doctora Patricia Vallejos.

Daniela Palmucci



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**  
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el ...../...../....., mereciendo la calificación de .....(.....).



# Agradecimientos

Esta investigación, que ha transcurrido en un tiempo de aprendizaje insospechado y de profundo enriquecimiento personal, no hubiera sido posible sin el apoyo de todas las personas que acompañaron incondicionalmente su desarrollo.

Agradezco, ante todo, a mi directora, Patricia Vallejos, por su generosa disposición para orientar y corregir este trabajo. Sin duda, fueron gratificantes para mí, los numerosos encuentros en los que discutimos sobre el tema, en los despejó mis dudas y me ayudó a imaginar nuevos problemas y proyecciones para este estudio.

Asimismo, esta tesis se enmarca en un proyecto de investigación financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Sur. Agradezco el apoyo de esta institución durante los años que dediqué a este trabajo.

También agradezco a Alicia Bruner y Cecilia Eberwein por haber escuchado mis inquietudes y haber aportado ideas fundadas en su valiosa experiencia como docentes de biología y como formadoras de docentes.

Mi gratitud a los bibliotecarios de la Biblioteca Rivadavia y de la Biblioteca de las EMUNS, Fermín, Miguel, Cristina, Rodolfo, quienes fueron pacientes para responder a mis preguntas, para recuperar viejos textos ya archivados, para facilitarme los libros que necesité y para renovar los préstamos una y otra vez.

A mis compañeros y amigos docentes, Nora, Guillermina, Carolina, José, por haberme reemplazado en el trabajo cuando decidí tomar una licencia para dedicar tiempo a esta investigación.

A mi esposo, por haber acompañado este proceso con paciencia y comprensión, por su interés en el tema, por las preguntas y observaciones, por algunas lecturas compartidas y discutidas que enriquecieron mi comprensión de la biología.

## Resumen

En la segunda mitad del siglo XX, las nuevas tecnologías de producción de textos transformaron el panorama semiótico dando lugar a la circulación de textos multimodales, en los que diferentes modos de representación se articulan para significar. En el marco de este proceso, los manuales destinados a la enseñanza de la biología en el nivel medio experimentaron una transformación discursiva vinculada con la utilización de imágenes con fines didácticos.

El propósito de esta investigación es describir el alcance de este cambio a partir del estudio de recursos semióticos innovadores. Para ello se realiza un análisis diacrónico y cualitativo de transformaciones experimentadas en los recursos visuales de representación. Este comprende distintos niveles de significación: la representación de la experiencia, la perspectiva de observación, la organización textual y el despliegue del género.

Se analizan ejemplos seleccionados de un corpus de manuales de Biología, destinados al primer ciclo de enseñanza media y editados en la Argentina entre 1965 y 2005. Este período se caracterizó por cambios pedagógicos, tecnológicos, económicos y culturales que incidieron en la producción de imágenes y en su empleo didáctico. La investigación se inscribe en la corriente de la Semiótica social (Halliday, 1982; Hodge y Kress, 1989) y de la multimodalidad (Kress y van Leeuwen, 2001). Para el análisis, se utilizan categorías teórico-metodológicas de la Gramática visual (Kress y van Leeuwen, 1996).

El estudio pone de manifiesto que el avance del modo visual en los libros de texto conlleva una transformación cualitativa del discurso científico-pedagógico destinado a la enseñanza media. Se verifica un crecimiento en los recursos técnicos y plásticos de las imágenes, que amplía su potencial para representar significados disciplinares y para construir una perspectiva de observación de los objetos de estudio. Asimismo, el modo visual asume nuevas funciones didácticas en el despliegue de la estructura del manual. Su crecimiento también incide en la diagramación de las páginas y con ello propone, a los destinatarios, nuevas formas de interacción con los textos. El

aspecto más importante del cambio es la integración de múltiples niveles de significados, realizados mediante representaciones visuales articuladas entre sí y con el modo escrito, que demandan competencias específicas para su interpretación. Estos resultados son relevantes en tanto permiten formular instrumentos analíticos de carácter semiótico para contribuir a la alfabetización visual en ciencia.

recursos visuales – potencial de significación – multimodalidad – discurso científico pedagógico - alfabetización

### **Abstract**

During the second half of the 20th century, new technologies of text production had an impact on the semiotic landscape and led to the prominence of multimodal texts, in which meaning is made through the articulation of several modes of representation. In this context, secondary school textbooks experienced a discursive change related to the use of images for teaching purposes.

This investigation describes this change focusing on new semiotic resources that appear in biology books. The analysis of transformations in visual resources is diachronic and qualitative and it focuses on different levels of meaning, such as representational structures, modality, textual organization and genre structure. The examples were chosen from biology secondary school textbooks, published in Argentina between 1965 and 2005. This period was characterized by pedagogical, technological, economic and cultural changes that influenced the production of images and their uses. The investigation follows the principles of Social Semiotics (Halliday, 1982; Hodge y Kress, 1989) and multimodality (Kress y van Leeuwen, 2001). It applies the theoretical and methodological categories of the Grammar of visual design (Kress y van Leeuwen, 1996).

The study shows qualitative transformations in the visual mode that communicates specialized meanings in the scientific-pedagogical discourse. Images have improved in their technical, as well as in their plastic realization. There has also been an improvement of the meaning potential of experiential and interpersonal resources. Besides, visual mode assumes new functions in the macro-genre structure. Finally, the emergence of new resources changed the textual organization, giving rise to a new composition focusing on the visual. The most relevant issue about this change is the integration of multiple meaning levels, expressed through articulated visual representations and through text-image relations as well. These results are relevant for the design of analytical instruments that may contribute to the development of strategies for visual literacy at school.

visual resources – meaning potential –multimodality – pedagogical scientific discourse- literacy

## INDICE

<b>Introducción</b>	3
<b>I. Consideraciones teóricas y metodológicas</b>	9
<b>1. Revisión de antecedentes</b>	9
<b>2. Marco teórico</b>	12
2.1. Semiótica social	12
2.1.1. Recursos semióticos y producción del significado	14
2.1.2. Multimodalidad	15
2.1.3. Gramática del diseño visual	18
2.1.4. Género discursivo y multimodalidad	23
2.1.5. El concepto de <i>alfabetización</i>	25
2.2. Teoría de la esquematización y de la iconicidad	27
<b>Síntesis</b>	29
<b>3. Diseño metodológico</b>	30
3.1. Caracterización y periodización del corpus	31
3.2. Ejes del análisis	36
<b>II. El libro de texto y el modo visual</b>	41
Cambios contextuales	
1. Los modelos didácticos	42
2. El mercado editorial	44
3. Los destinatarios	47
4. Las tecnologías de producción y reproducción de imágenes	51

<b>5. La tradición ilustrativa en las ciencias naturales</b>	53
<b>Síntesis</b>	58
<b>III. Transformaciones en los recursos de representación</b>	62
Construyendo los objetos de estudio	
<b>1. Las representaciones en la Gramática del diseño visual</b>	63
1.1. Representaciones conceptuales	63
1.2. Representaciones narrativas	67
<b>2. Análisis de las representaciones</b>	69
2.1. Primer período: 1965-1978	69
2.1.1. Representación de la morfología	71
2.1.2. Representación de taxonomías	73
2.1.3. Representación de la fisiología	74
2.2. Segundo período: 1979-1994	77
2.2.1. Representaciones de sistemas	77
2.2.2. Representaciones complejas	81
2.3. Tercer período: 1995-2005	84
2.3.1. Modelos visuales	85
2.3.2. Representaciones y nuevos recursos semióticos	87
2.3.3. Representaciones articuladas: el caso de las infografías	91
<b>Síntesis</b>	95
<b>IV. Transformaciones en la realización de modalidad</b>	99
De la observación a la comprensión	

<b>1. La modalidad en la Gramática del diseño visual</b>	99
<b>2. Hacia una topología de la modalidad en el discurso pedagógico de la biología</b>	103
2.1. Dibujo	105
2.2. Fotografía	106
2.3. Micrografía	108
2.4. Esquema	110
<b>3. Análisis de la modalidad</b>	114
3.1. Primer período: 1965-1978	114
3.1.1. Observación de rasgos e identificación de ejemplares	115
3.1.2. Reconocimiento de estructuras	118
3.1.3. Comprensión de procesos	122
3.2. Segundo período: 1979-1994	124
3.2.1. Identificación de ejemplares y comprensión de procesos	124
3.2.2. Observación de especies en su hábitat	126
3.2.3. Reconocimiento de estructuras	127
3.2.4. Comprensión de sistemas	129
3.3. Tercer período: 1995-2005	131
3.3.1. Captación de la mirada: la orientación sensorial como recurso retórico	131
3.3.2. Comprensión de fenómenos complejos	135
3.3.2.1. Articulación de modalidades en las infografías	137
<b>Síntesis</b>	140

<b>V. Transformaciones en los recursos de composición</b>	145
Los caminos de lectura	
<b>1. El significado textual según la Gramática del diseño visual</b>	145
1.1. Valor de la información	146
1.2. Énfasis	149
1.3. Encuadre	149
<b>2. Análisis de los recursos de composición</b>	152
2.1. Primer período: 1965-1978	152
2.1.1. Centralidad del texto escrito	152
2.1.2. Valorización de las representaciones visuales	155
2.1.2.1. Incremento en la cantidad de imágenes	156
2.1.2.2. Énfasis y encuadre	157
2.2. Segundo período: 1979-1994	160
2.2.1. <i>Encuadre y énfasis</i> : recursos para distribuir información	161
2.2.2. Ideogramas	165
2.3. Tercer período: 1995-2005	167
2.3.1. Valor de la información	168
2.3.2. Encuadre	168
2.3.2.1. Superposición de planos	169
2.3.2.2. Encuadre en profundidad	170
2.3.2.3. Marcos temáticos	171
2.3.3. La organización textual en las infografías	173
<b>Síntesis</b>	174
<b>VI. Transformaciones en la realización visual del género</b>	
El potencial didáctico de las imágenes en el currículo	179

<b>1. Configuración del género: 1965-1978</b>	180
1.2. Realización visual en la estructura de género	182
1.2.1. El modo visual en la exposición curricular	183
1.2.2. El modo visual en los procedimientos	186
<b>2. Configuración del género: 1979- 1994</b>	190
2.1. Realización visual en la estructura de género	192
2.1.1. El modo visual en los procedimientos	193
<b>3. Configuración de género: 1995 – 2005</b>	201
3.1. Realización visual en la estructura de género	203
3.1.1. El modo visual en las aperturas curriculares	203
3.1.2. El modo visual en las exposiciones curriculares	206
3.1.3. Las infografías en la estructura de género de los manuales	217
<b>Síntesis</b>	220
<b>Conclusiones</b>	223
<b>Anexo:</b> Propuesta de aplicación para la alfabetización visual en ciencia	230
<b>Bibliografía</b>	240



# Introducción



(Fuente: Barrow, 2009: lámina 18)

Grabado emblemático de la ilustración naturalista del siglo XVI. Fue incluido en *De historia stirpium*, el herbario concebido por Leonhart Fuch para médicos y estudiantes. La figura muestra el proceso de ilustración de la obra y los artistas involucrados en la tarea.

“(...) Fuch presentaba los dibujos de planta vivas –hermosas y fielmente representadas– llevadas a cabo por Albrecht Meyer como copias de la naturaleza (...) En la obra aparecía incluso una lámina especial en la que se representaba al artista junto a Heinrich Füllmaurer– la persona que trasladó las imágenes coloreadas a mano del papel a las planchas de madera– trabajando juntos en el dibujo de una flor de nequilla (...)”

Estas primeras ilustraciones prepararon el camino para algo que hoy en día damos por hecho. En la era prefotográfica, todas las ilustraciones tenían que hacerse a mano y el grado de destreza artística que ello requería sería abrumador para los naturalistas y científicos actuales. Por fortuna, en el siglo XVI, los lazos que existían entre ciencia y arte resultaban fuertes(...)” (Barrow, 2009: 210, 211)

## Introducción

El grabado incluido en el libro renacentista de Fuch recuerda la centralidad y el anclaje históricos de dos temas que motivan esta investigación: la estrecha relación de las técnicas de producción y reproducción de imágenes con la comunicación de saberes, y el aporte de las representaciones visuales a la transmisión del conocimiento científico.

En efecto, gracias a las habilidades artísticas de los productores de imágenes y a la difusión del grabado, y de las técnicas que le sucedieron, las representaciones visuales acompañaron el desarrollo de la cultura y de la ciencia moderna en particular. En ese camino, originaron y replicaron interpretaciones de la realidad, en la misma medida en que lo hizo el lenguaje.

A lo largo del siglo XX, profundos cambios experimentados por las tecnologías de la comunicación dieron nueva entidad a las imágenes, así como a otras formas de representación. Se fue configurando un nuevo panorama semiótico en el que la palabra dejó de ser el modo dominante en la producción de mensajes para dejar espacio a otros modos. Desde el comic hasta el cine, desde la televisión hasta los juegos de realidad virtual, la cultura contemporánea está atravesada por textos en los cuales lo icónico se articula con otros modos de expresión.

El desplazamiento desde el lenguaje, como forma prominente de representación, hacia otros sistemas semióticos, incluido el de las imágenes, es estudiado por la corriente conocida como Semiótica social (Halliday, 1982; Hodge & Kress, 1989). En este marco se postula la noción de *multimodalidad* (Kress y van Leeuwen, 1996; 2001) para designar la intervención de distintos modos de representación en los textos. Según este concepto, todos los sistemas semióticos se han desarrollado como recursos para significar y funcionan articuladamente en la construcción de mensajes en situaciones comunicativas concretas.

La *multimodalidad* ha sido ampliamente estudiada en relación con la producción de significados en contextos de aprendizaje (Martin y Halliday, 1993; Ogborn et al. 1996; Christie, 1998; Lemke, 1998; O'Halloran, 1998; Kress et al., 2001; Unsworth, 2001; Gee, 2004; Jewitt, 2006). Desde esta perspectiva multimodal, focalizada en la enseñanza del discurso disciplinar, me interesa estudiar el potencial de representación y comunicación del modo visual en manuales destinados a la enseñanza de la biología en tiempos contemporáneos, en el breve lapso en que profundos cambios tecnológicos y culturales repercutieron en la forma de comunicar la ciencia.

El interés por estos textos se origina en el hecho de que fueron multimodales desde sus orígenes, cuando incluían grabados con función didáctica. No obstante, en el transcurso del siglo XX, fueron adoptando rasgos de la “nueva multimodalidad” (Kress, Leite García y van Leeuwen, 2001), al ritmo de sucesivas innovaciones tecnológicas, tales como la reproducción del color en serie, la difusión de fotografías y micrografías y el diseño por computadora. A estos factores se añadieron el cambio en las prácticas de lectura de los destinatarios, estimulados por la masificación de medios audiovisuales, y la expansión de la industria editorial, que convirtió a los manuales en objetos de consumo en permanente competencia.

Esta transformación no plantea solamente un problema de índole estética o comercial, sino más bien semiótica, comunicacional, y por lo tanto, pedagógica. Los libros seleccionados para esta investigación revisten un interés particular al ser portadores del discurso que se origina en ámbitos de producción del conocimiento –el discurso de la ciencia- y se reformula para ser transmitido en la escuela a un destinatario no experto (Bernstein, 1994). Su empleo trasciende la comunicación de contenidos al ofrecer un modelo de un ‘modo de comunicar’ cercano al de la ciencia y alejado del de sentido común. Su discurso contribuye a la alfabetización y opera como puerta de acceso al pensamiento científico (Lemke, 1997).

Así, frente a las transformaciones semióticas observadas en los manuales, me he preguntado acerca del alcance del cambio y de su incidencia en el potencial de significación de los recursos visuales en juego. Para responder a este problema, la investigación propone describir las transformaciones de los recursos visuales de representación en manuales de biología editados en la Argentina entre 1965 y 2005. Sostengo que tales transformaciones repercutieron cualitativamente en la capacidad de representación del modo visual en relación con el propósito comunicativo del manual, es decir ampliaron la *especialización funcional* del modo (Kress, 2003). Además, me propongo sistematizar los recursos de representación más significativos para el discurso pedagógico de la biología y contribuir con ello a las prácticas de alfabetización en nuestro medio.

Para alcanzar estos objetivos generales de descripción y sistematización de recursos, he establecido objetivos más específicos vinculados con las distintas dimensiones de la realización textual, siguiendo el modelo de la Gramática visual (Kress y van Leeuwen, 1996) y la Teoría de género (Martin y Rose, 2008). De este modo analizaré, diacrónicamente, los recursos correspondientes a los siguientes niveles de significación: la representación de los objetos de estudio, la construcción de la perspectiva de acercamiento a dichos objetos, la organización textual y, por último, la intervención de los recursos visuales en el despliegue del manual en relación con su propósito didáctico.

La caracterización diacrónica pondrá en perspectiva la transformación del modo visual y contribuirá a la comprensión del fenómeno en relación con el contexto cultural que lo origina. Al mismo tiempo, ayudará a contrastar los distintos recursos relevados y a evaluar el crecimiento de su potencial de significación, así como su gravitación en el discurso de la enseñanza.

Cabe señalar que el potencial semiótico del modo visual en manuales de ciencias ha sido objeto de distintos análisis desde la perspectiva multimodal (Veel, 1998; Lemke, 1998; Kress et al., 2001; Derewianka & Coffin, 2008; Bezemer & Kress, 2010; Kress, 2010; Oteiza, 2009; Manghi, 2013; Moyano, 2013;). Asimismo, fuera del campo de la multimodalidad y en el marco de la reflexión pedagógica, otros trabajos han abordado la representación visual del conocimiento en manuales de ciencias (Augustowsky et al.; Cruder, 2008; Perales Palacios y Cañal, 2000; Roth, Pozzer-Ardenghi & Han, 2005).

No obstante, no se registran estudios diacrónicos que aborden integralmente las transformaciones semióticas en manuales de biología. Esta investigación se propone cubrir ese espacio y con ello ofrecer instrumentos analíticos para abordar el discurso disciplinar en el contexto escolar. Este aporte puede contribuir a la evaluación y al diseño de materiales, así como a la generación de estrategias de trabajo vinculadas con la interpretación y producción de textos en las clases de ciencia.

\*\*\*\*\*

La tesis se organiza en seis capítulos. El primero consta de tres secciones. En la primera se ofrece a una revisión de estudios centrados en el modo visual y la alfabetización en ciencia. En la segunda sección, se expone el marco teórico-metodológico que fundamenta la investigación. Allí se sintetizan los principios de la Semiótica social, en cuyo marco se formulan los conceptos de *modo*, *multimodalidad* y *recurso de representación* (Kress y van Leeuwen, 2001; Kress, 2003, 2009). Asimismo, se esbozan los lineamientos de la Gramática del diseño visual (Kress y van Leeuwen, 1996) que se utilizarán para la descripción de los recursos. Se propone, además, una complementación de la noción de modalidad con conceptos de la Teoría de la esquematización y la iconicidad (Moles, 1991; Estivals, 1995; Costas, 1998). Finalmente se introducen los conceptos centrales de la Teoría de género y registro (Martin & Rose, 2008), a los efectos de caracterizar el manual como género y de vincularlo con la alfabetización. En la tercera sección, se presenta el diseño metodológico, se caracteriza el corpus y se fundamenta su periodización.

El capítulo dos está destinado al análisis de las condiciones de producción del libro de texto en el cambiante contexto en el que se escribieron los manuales del corpus. A tal efecto se describen los modelos didácticos que predominaron en distintas etapas y su determinación en el empleo del modo visual. También se consideran la expansión del mercado editorial y la incidencia de las tecnologías de la comunicación en los hábitos de lectura de los adolescentes, factores que incidieron en la incorporación de recursos visuales. Por último, se hace referencia al avance de las técnicas de producción y reproducción de imágenes y a la tradición ilustrativa de las ciencias naturales, como elementos significativos para el desarrollo de lo icónico en la comunicación de la biología.

En los tres capítulos siguientes se estudia la transformación de los recursos visuales más significativos que realizan los distintos niveles de producción de los significados. Para ello seguimos los lineamientos generales de la Gramática del diseño visual (Kress y van Leeuwen, 1996).

El capítulo tres está dedicado al estudio de las estructuras semióticas que representan los objetos de estudio. Se relevan y explican los cambios experimentados en las representaciones y se describen nuevas estructuras propias del discurso de la biología. El capítulo se cierra con el análisis de la articulación de distintos tipos de representaciones en infografías, textos que se incorporan a los manuales a partir de 1997.

El capítulo cuatro se centra en un recurso del significado interpersonal: la *modalidad*. Para determinar la importancia de las imágenes en la creación de una perspectiva de observación de los objetos de conocimiento, se propone una complementación de los conceptos de *modalidad* y *grado de iconicidad* (Moles, 1991). La articulación de ambas nociones permite sugerir una topología de imágenes utilizadas en los textos para la enseñanza de la biología. Por último, se analiza la articulación de modalidades en infografías.

El capítulo cinco describe los cambios en el componente textual de los libros y muestra el pasaje desde una composición centrada en el lenguaje escrito hacia una disposición de los recursos significantes dominada por lo visual. Se muestra cómo varía paulatinamente la distribución de la información en los diseños y cómo se originan nuevos órdenes de lectura sugeridos por recursos de encuadre. Finalmente, se analizan los recursos de composición en las infografías.

El sexto capítulo aborda el rol del modo visual en la estructura de género de los textos. Se analiza, en relación con los modelos didácticos imperantes en cada época, el cambio de funciones de las imágenes en las distintas etapas del proceso de enseñanza. Hacia el final del

capítulo, se exploran las funciones de las infografías en el desarrollo de las unidades temáticas del manual.

En las conclusiones, se reflexiona acerca de las implicancias pedagógicas derivadas de las transformaciones descritas y se plantean proyecciones para una aplicación al campo de la enseñanza formal y para futuras investigaciones. En relación con la primera proyección se esboza, en un anexo, una propuesta para la alfabetización visual en ciencia.

I

Consideraciones teóricas y  
metodológicas

# Capítulo I

## Consideraciones teóricas y metodológicas

En este capítulo se presenta, en primer lugar, una revisión de estudios referidos al modo visual como recurso para la construcción de significados y la alfabetización. En segundo lugar, se expone el marco teórico de la investigación, integrado por Semiótica social, la Gramática del diseño visual y la Teoría de género y registro. A continuación, se presenta un aporte de la Teoría de la esquematización y de la iconicidad que complementa el *sistema de modalidad* formulado en el marco de la Gramática del diseño visual. En tercer lugar, se describe el objeto de estudio y se detalla el diseño metodológico que sustenta la investigación.

### 1. Revisión de antecedentes

El cuerpo de investigaciones que abordan la visualización del conocimiento es demasiado amplio para reseñarlo en este trabajo. Por esta razón nos limitaremos a mencionar los estudios sobre recursos de representación visual aplicados a la alfabetización. El relevamiento da cuenta de las investigaciones que se dieron en el marco de la Lingüística sistémico-funcional y la multimodalidad, así como de otros trabajos que, desde diferentes enfoques teóricos, abordaron el problema de la imagen en el discurso de la ciencia reformulado para el contexto escolar.

A fines de la década de 1970, una iniciativa para evaluar los problemas de aprendizaje en la escuela primaria australiana reunió a Jim Martin, Joan Rothery y Frances Christie en un proyecto que dio origen a la corriente conocida como la escuela de Sidney. En el marco de esta corriente, se gestó una teoría de los géneros discursivos (Martin, 1993; Martin & Eggins, 1997; Martin & Rose: 2008), como parte del modelo funcional del lenguaje (Halliday, 1982, 1994). El proyecto se centró, en una primera fase, en el uso escrito del lenguaje en la escuela primaria y posteriormente, sumó el análisis de textos de nivel secundario.

Entre los numerosos estudios llevados a cabo por este grupo de investigadores, son relevantes, para el trabajo que nos ocupa, los aportes de Frances Christie, quien describe estructuralmente el discurso pedagógico y analiza la actividad del aula a partir de los géneros que allí se despliegan (Christie, 1997; 2002) y de Robert Veal (1998), quien propone, al igual que Martin y Rose (2008) una clasificación de los géneros destinados a comunicar la ciencia en la escuela.

En la década de 1990 Gunther Kress y Theo van Leeuwen presentan su Gramática del diseño visual e introducen, junto al concepto de *multimodalidad* (1996), la reflexión acerca de un nuevo tipo de alfabetización. Esta gramática ofrece un inventario de las estructuras composicionales más importantes convencionalizadas en el curso de la historia de Occidente y analiza críticamente cómo son utilizadas para generar significados en el mundo contemporáneo. Su formulación conlleva la aceptación de un aspecto normativo. Dado que la comunicación visual es parte del dominio público e interviene en la construcción de representaciones e interacciones en la sociedad, la gramática del modo visual se convierte en objeto de enseñanza formal.

Esta formulación da origen a una prolífica corriente de estudios centrada en las prácticas discursivas de la escuela, en cuyo marco se indaga acerca de los modos de representación y la comunicación del conocimiento (Kress, 1997; Cope y Kalantzis, 2000; Kress, 2003; Kress et.al., 2004; Bearne y Wolstencroft, 2007; Bezemer y Kress, 2010). El denominador común de estos estudios es la necesidad de reconsiderar el rol predominante del lenguaje en las prácticas educativas para dar cabida a otros modos de representación (visuales, audiovisuales, gestuales, etc.) que intervienen en la producción y circulación de los significados.

En el marco de la multialfabetización (New London Group, 1996; Cope y Kalantzis, 2002) se propone que la pedagogía se constituya como una acción de diseño en la que se integran cuatro factores: la práctica situada, la instrucción informada, el marco crítico y la práctica transformadora. La primera condición se refiere al aprendizaje que se lleva a cabo en contacto con la comunidad de expertos y teniendo en cuenta las particularidades afectivas, socioculturales e identitarias de los aprendices. La segunda condición se vincula con el uso de metalenguajes que permiten al aprendiz tener conciencia y control del proceso. El marco crítico se vuelve necesario para desnaturalizar lo aprendido y relacionarlo con factores históricos, sociales, culturales e ideológicos. La práctica transformadora se orienta al diseño reflexivo de nuevas formas de acción.

A partir de una revisión crítica de las nociones sobre la producción de significados que subyacen a la práctica escolar, Kress sostiene que la enseñanza del lenguaje como sistema estable y dominante omite la capacidad productiva y transformadora de los individuos, indispensable en el nuevo contexto cultural. Postula la necesidad de una visión dinámica de los sistemas de representación, según la cual las personas son consideradas “hacedores de lenguaje” y no simples usuarios del mismo (2003). Este cambio de concepción se sintetiza en la noción de *diseño*, que alude a la capacidad para utilizar, con intencionalidad, los recursos disponibles para

significar. Frente a la importancia alcanzada por otros modos de representación, especialmente el visual, señala la necesidad de alfabetizar para el diseño. En trabajos posteriores (2001, 2003, 2009) profundiza el desarrollo de estas ideas.

Bezemer y Kress (2010) llevan a cabo un rastreo de cambios históricos en manuales ingleses de tres ámbitos disciplinares y verifican modificaciones sustanciales en el empleo de los modos de representación, que afectan la relación entre productores y destinatarios de los textos. Concluyen que las nuevas formas de representación comprometen mucho más a los lectores y los inducen a elegir sus caminos de lectura, al tiempo que los cambios en el diseño requieren nuevas formas de alfabetización.

En la misma línea, un estudio de Lemke (1998) muestra la función comunicativa diferenciada de cada modalidad semiótica y señala que los conceptos de la ciencia se construyen a partir de la suma de significados transmitidos por las distintas formas de representación. Lemke puntualiza características de los textos científicos que abren un panorama para la investigación, tales como la importancia de los elementos visuales - que comprenden desde la tipografía y la distribución de la información hasta la inclusión de dibujos, diagramas, fotografías - y la no linealidad, es decir la capacidad de los textos que combinan lenguajes para comunicar más de una dimensión de significado simultáneamente, lo cual acercaría el texto científico al hipertexto.

Desde esta perspectiva, pocos trabajos abordan el estudio de la Biología. Veel (1998) analiza el rol de imágenes y diagramas en la producción de significado de textos ambientalistas, El estudio destaca cómo las representaciones visuales establecen relaciones entre lo abstracto y lo concreto. Guo Libo (en O'Halloran, 2004: 196 y ss.) analiza la multimodalidad en libros universitarios de introducción a la biología, propone un marco para analizar la producción de significados en esquemas y gráficos matemáticos y estadísticos y destaca la interacción entre recursos de distintos modos.

Fuera de la perspectiva multimodal, existen estudios que analizan el rol de las representaciones visuales en materiales de biología. Una parte de estos trabajos se focaliza en aspectos cuantitativos de los recursos de representación visual. Se relevan tipos de imágenes y tipos de contenidos comunicados por ellas (Pérez de Eulate y Llorente, 1998; Pérez de Eulate; Llorente y Andreiu, 1999). El relevamiento de estos recursos en manuales es el punto de partida para problematizar la eficacia de los mensajes visuales como herramientas explicativas.

Desde las ciencias de la educación, también se problematiza el rol de las representaciones visuales en el discurso escolar. En la Argentina, y en el marco de una línea de investigación conocida como *manualística* (Escolano, 1997; Choppin, 2001), centrada en

aspectos históricos, culturales y pedagógicos de los manuales, Graciela Carbone (2001, 2003) señala la importancia de la dimensión gráfica de estos textos a partir de la década de 1990, fenómeno que atribuye la irrupción de nuevas tecnologías y que vincula con un boom editorial provocado por las reformas educativas de esa década. Señala que esta tendencia tiende a profundizarse con sus consiguientes efectos comunicacionales y didácticos.

En la misma línea de investigación, Gabriela Cruder (2008) estudia las representaciones de los libros de texto de nivel primario en relación con los significados estéticos y simbólicos que expresan, más allá de su función epistémica. La autora analiza el mundo que se ofrece a los lectores a través de imágenes y cómo estas permiten comprender configuraciones espaciales, temporales e identitarias.

Finalmente, otros estudios (Massarini y Schnek, 2008; Augustowsky, Massarini y Tabakman, 2008) analizan el rol de la imagen en la enseñanza de las ciencias naturales con la intención de contribuir a una didáctica de la disciplina. Estos trabajos señalan el potencial de significación de algunos recursos como la tridimensionalidad y la micrografía, pero también aluden a problemas de interpretación que proceden de no reconocer el carácter de representación de las imágenes. En este sentido, reivindican la importancia de enseñar a mirar imágenes. Todos estos trabajos tienen en común el propósito de aportar a la transmisión de conocimientos especializados en la escuela.

La presente investigación, inscripta en la perspectiva de la Semiótica social y la multimodalidad, recupera la preocupación de todos los estudios reseñados por el potencial de representación de las imágenes, y se propone profundizar la exploración de los recursos semióticos en la rama de las ciencias naturales referida a la biología. El recorte disciplinar se funda en la idea de que cada rama del conocimiento produce sus propios recursos de representación asociados a los significados que construye (Christie y Maton, 2011). Por esta razón se ha optado por un abordaje diacrónico que permita una sistematización significativa de los recursos semióticos en juego, en la medida en que se analiza cómo se vinculan con propósitos comunicativos específicos determinados por factores contextuales.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Semiótica social**

La perspectiva de la Semiótica social (Halliday, 1982) propone una visión de los

sistemas de signos y de la producción de los significados fundada en dos supuestos: a) la semiótica es el estudio de los numerosos sistemas de signos interrelacionados en una cultura, entre los cuales está el lenguaje, y b) la cultura, o sistema social, es un sistema de significados cuya estructura se realiza en la estructura del lenguaje.

En relación con el primer supuesto, Halliday se distancia del concepto de signo propuesto por Saussure, porque, según señala, éste lo concibe como una entidad preexistente al sistema de la lengua. Sobre la base de esta observación, Halliday prefiere hablar de semiótica, no como el “estudio de los signos”, sino de “los sistemas de signos”, es decir el estudio de los “significados” en su sentido más amplio. Desde este punto de vista, el lenguaje es un sistema que se interrelaciona con los otros utilizados en la cultura, tales como la pintura, la escultura, la danza, la moda, etc. (Halliday y Hasan, 1989: 3 y ss.)

En relación con el segundo supuesto, el sistema social es productor de significados y el lenguaje lo constituye reflejando, en sus patrones de variación, la variación de la cultura. Las estructuras del lenguaje se han desarrollado para ser útiles a los hablantes en el marco de procesos sociales, por eso se explican en términos de sus funciones. El texto se extiende más allá de lo escrito o lo dicho, incluye la situación de producción e interpretación en la que se despliega. El intercambio de significados constituye un proceso de creación, en el cual los significantes activan un *potencial de significación* acorde al contexto de la comunicación, noción que explicaremos más adelante.

Un desarrollo posterior de la Semiótica social (Kress y Hodge, 1988) parte de una lectura crítica de los padres de la semiótica tradicional y de su legado teórico (Saussure, Voloshinov, Peirce) y extiende los principios sostenidos por Halliday al estudio de otros sistemas de representación. Kress y Hodge recuperan aquellas categorías que Saussure no desarrolló: la cultura y la sociedad como elementos intrínsecos de la semiótica, el habla como práctica concreta de significación, el estudio diacrónico del cambio lingüístico, los procesos de significación, la naturaleza material de los signos, y los otros sistemas de representación además del lenguaje.

Asimismo, toman del pensamiento de Voloshinov (1929) la idea de que el habla es un intercambio entre individuos formados socialmente y como el autor, enfatizan el plano de la producción. De Peirce (1932), les interesa la noción de *semiosis* o producción de significado como un proceso, cuyo límite está dado por la determinación social y cultural que opera sobre los sujetos.

En suma, la Semiótica social pone el acento en las prácticas comunicativas, en la naturaleza social de los procesos de significación, y propone un cambio de foco desde el

lenguaje hacia todos los modos de representación, lo cual entraña un desplazamiento desde la lingüística hacia la semiótica.

En este marco aparece el concepto de *multimodalidad*, aplicado al hecho de que en un dominio sociocultural dado, los mismos significados pueden ser realizados en diferentes modos semióticos. En una primera etapa, la teoría se dirige al estudio del potencial de significación de modos particulares (lenguaje, imagen, sonido, música, gesto) (Kress y van Leeuwen, 1996; Kress, Leite-García y van Leeuwen, 1997). Posteriormente, el interés se orienta a la búsqueda de los principios semióticos comunes a todos los modos (Kress y van Leeuwen, 2001; van Leeuwen, 2005).

### 2.1.1. Recursos semióticos y producción del significado

Desde esta perspectiva, la producción de significados es un proceso en el que intervienen tanto la motivación cultural, social y psicológica del productor, como la situación y el contexto de la comunicación. El signo, lejos de ser la combinación preexistente de un significado y un significante, postulada por la semiología<sup>1</sup>, está conformado por un estrato situacional y uno social. Por un lado, el productor es movido por un interés comunicativo a elegir libremente entre posibles significantes para expresar un mismo significado, es decir, opta por el signo que considera más adecuado para una situación comunicativa determinada. Por otro lado, este interés se conjuga con el contexto más amplio de la cultura.

La Semiótica Social prefiere, entonces, al término *signo* de la semiótica tradicional, el de *recurso*, que remite a la idea de que las personas son agentes en la producción del significado y no simples usuarios de un lenguaje preexistente (Bezemer & Jewitt, 2010).

El término *recurso* es introducido por Halliday (1982: 248), quien sostiene que la gramática no es una estructura, entendida como un conjunto de reglas para producir oraciones correctas, sino un sistema o *recurso* para significar en la medida en que dispone de opciones. Este concepto se extiende cuando la noción de gramática se aplica a otros modos de representación, y el término pasa a designar todo elemento o acción utilizados en la producción y comunicación de significados, sean de naturaleza fisiológica (voz, gesto) o de origen tecnológico (escritura, arte, pintura, diseño computacional) (Van Leeuwen, 2005: 4).

Los recursos se asocian a formas concretas de intercambio social, por lo tanto poseen un *potencial semiótico* o *potencial de significación* constituido por sus usos pasados y presentes,

---

<sup>1</sup> Al igual que Halliday, Kress y van Leeuwen, se distancian de la noción de signo de Saussure, que tiene continuidad en la escuela estructuralista francesa encabezada por Barthes (1996: 16), fundadora de la semiología.

que los usuarios reconocen y emplean en función de sus intereses y necesidades. La capacidad de construir significado latente en un recurso también se denomina *affordance* (Kress, 2003: 1 y ss., van Leeuwen, 2005: 5), término acuñado por Gibson (1979) para designar los usos potenciales de un objeto, que surgen tanto de sus propiedades objetivas como de la percepción subjetiva del observador. A diferencia del concepto hallideano de *potencial de significación*, centrado en los significados que circulan en la sociedad, la noción de *affordance* es más amplia al incorporar también los significados latentes en los signos, aquellos que aún no han sido reconocidos.

Tanto en la producción como en la interpretación de un mensaje, el significado es el resultado de un *esfuerzo semiótico* que es transformador. Las personas, en el intento constante de representar la experiencia mediante recursos que son insuficientes, los modifican o crean nuevos recursos. Este cambio opera en todos los niveles del sistema y en todos los modos de representación y es un evento que deriva de la vida material y social. Kress emplea el término *transformación* para referirse a estos cambios propios del proceso semiótico.

Además, la actividad semiótica, siempre asociada a la transformación, se inscribe en el tiempo y por ello los fenómenos de significación son diacrónicos. Un sintagma representa un momento en un proceso de transformación vinculado a un sintagma anterior de un discurso previo y precede, a su vez, futuros sintagmas que podrán producirse.

En suma, la tarea de la Semiótica social es describir y sistematizar los *recursos semióticos* que circulan en el seno de una cultura, investigar cómo son utilizados en contextos históricos e institucionales específicos, descubrir cómo se transforman y contribuir al descubrimiento de nuevos recursos y de nuevos significados asociados a ellos. (van Leeuwen, 2005: 3 y ss.).

### 2.1.2. Multimodalidad

Para la Semiótica Social el *modo* es el principio organizador de la representación y comunicación de significados. En torno de esta noción se asumen tres postulados: 1) la representación y la comunicación se realizan mediante una multiplicidad de modos, 2) todos los modos se han conformado a partir de usos sociales, 3) el significado global en un evento comunicativo resulta de la articulación y cooperación de los distintos modos que aportan sus potenciales de significación.

1) La articulación de distintos *modos de representación* para producir significado en un

evento comunicativo se denomina *multimodalidad*. Un *modo de representación* es un recurso para representar y comunicar significados que posee regularidad de organización, es decir, una gramática (Kress, 2003:45; Kress y van Leeuwen 2001: 21-22) y una *materialidad* (sonido, grafía, movimiento, gesto, etc.). Los recursos de que dispone un modo para producir significado se vuelven regulares a partir del uso y van configurando una gramática acorde a su materialidad. Por ejemplo, el modo visual es especialmente apto para representar la espacialidad mediante la distribución de elementos en la composición, la diferencia de planos, el enfoque y el ángulo de la representación.

2) Todos los modos de comunicación, incluido el lenguaje, han sido moldeados por sus usos culturales e históricos para la realización de funciones sociales. El modo es dinámico porque está sujeto al cambio que implican los procesos de producción e interpretación de los significados. La naturaleza cultural de la gramática visual se puede rastrear en la historia de Occidente, observando la creación y utilización de los recursos icónicos en la expresión plástica<sup>2</sup>.

3) Dado que los distintos modos no son percibidos en la cultura como dominios separados y autónomos, los significados surgen de su articulación frente a la necesidad de una comunicación eficaz. Cada modo posee un *potencial semiótico* diferente, razón por la cual diferentes modos pueden articularse entre sí para construir el significado en forma conjunta. Distanciándose de la tipificación de los vínculos entre texto e imagen propuesta por Barthes<sup>3</sup>, Kress y van Leeuwen sostienen que las articulaciones entre modos son muy dinámicas y que éstos pueden reforzarse el uno al otro, cumplir roles complementarios u ordenarse jerárquicamente (Kress y van Leeuwen, 2001) Así, la coexistencia de distintas lógicas de representación en un mismo texto es un rasgo de los textos multimodales cuyo efecto más importante es la multiplicación del significado a partir de la combinación de recursos

---

<sup>2</sup> Un caso que evidencia el origen cultural de los recursos es el de la perspectiva geométrica, conocida por los griegos y romanos, pero difundida en el Renacimiento por Alberti, como una aplicación de las leyes de la matemática y de la óptica a la representación del espacio tridimensional sobre una superficie de dos dimensiones. El desarrollo de este sistema fue producto del conocimiento práctico de los artesanos, así como del legado artístico y matemático de la Antigüedad. Además, la perspectiva centrada en un punto respondía a la concepción antropocéntrica del Renacimiento, diferente de la visión sagrada y despersonalizada del espacio pictórico medieval. También se distancia de otros sistemas de perspectiva como el egipcio, construido con líneas de tierra paralela que evocan los surcos de la cultura agraria, o de la perspectiva aérea inventada por Leonardo para crear el efecto de volumen atmosférico (véase Gubern, 1996: 25 y ss).

<sup>3</sup> Barthes sostuvo que el lenguaje cumple una función de ‘anclaje’ ante la polisemia de la imagen. Clasificó las relaciones entre imagen y palabra en dos tipos: *relevo*, cuando texto e imagen aportan diferentes significados y funcionan complementariamente y *elaboración*, cuando un modo reafirma los significados que el otro realiza. La *elaboración* puede realizarse como *anclaje* cuando la imagen precede y la palabra fija su significado o como *ilustración* cuando la imagen refuerza la palabra (véase Barthes, 1964, 1968)

especializados (Lemke, 1998).

Vinculada con esta idea, surge la de *especialización funcional* (Kress, 2003: 20-21). La disponibilidad de más de un modo para construir un mensaje ofrece la posibilidad de utilizarlos para distintos propósitos comunicativos. En consecuencia, en el mensaje multimodal, ningún modo es portador de la totalidad de la información porque esta se distribuye entre los sistemas de representación involucrados. Además, cada modo tenderá a expresar los contenidos y realizar los propósitos comunicativos para los cuales es más apto. Así, la especialización funcional de un modo se vincula con su potencial semiótico, que determina usos culturales específicos prolongados en el tiempo.

Desde el punto de vista de quien produce un texto, existe la posibilidad de elegir entre distintos modos y recursos. La elección, que define la *especialización funcional* del modo, está condicionada por el interés del productor por hacer su comunicación eficaz, dados un propósito y una audiencia. Para denominar este ‘trabajo’ semiótico en el que el productor selecciona recursos entre modos alternativos, se introduce el término *diseño* (design) (Kress & van Leeuwen, 2001:21; Kress, 2003: 37). En el otro extremo, el proceso de recepción implica también un ‘trabajo’ de interpretación o de recuperación del significado que requiere distintas competencias de lectura en relación con el potencial semiótico de los modos involucrados.

Actualmente, la multimodalidad se manifiesta en muchos textos como alteración de la organización tradicional de la página. Las imágenes que tradicionalmente aparecían subordinadas al texto escrito, hoy alcanzan mayor peso e imponen una *lógica de la pantalla* (Kress, 2003). El cambio aportado por los nuevos medios de comunicación y las tecnologías audiovisuales consiste en un diseño textual centrado en la visualización. Este fenómeno alcanza los manuales que estudiamos en esta investigación.

Ante este panorama, surgen interrogantes vinculados con las posibilidades materiales de representación de cada modo. Para ilustrar la variación del potencial de significación de un modo en comparación con otro, Kress contrasta el modo escrito con el visual (2003). En tanto las palabras producen significados relativamente abiertos, los signos visuales, al operar por analogía, producen significados más ‘cerrados’ o menos polisémicos. Por ejemplo, el término *célula* no dice nada acerca de la forma del objeto que representa, en tanto el dibujo de una célula reproduce su forma.

Por otra parte, el camino de lectura que propone la escritura es secuencial y el orden de los elementos está determinado por reglas de sintaxis. En cambio, el ordenamiento de los signos visuales tiene mayor libertad, puede estar determinado por la ubicación de las figuras en la composición, por su tamaño, por el empleo de colores o por la presencia de recuadros y

líneas de conexión.

### 2.1.3. Gramática del diseño visual

La necesidad de comprender los mecanismos de producción del significado del modo visual lleva a la formulación la Gramática del diseño visual (Kress y van Leeuwen, 1996). Si bien esta se apoya en la Gramática sistémico-funcional (Halliday, 1994), la analogía con el lenguaje no implica que las estructuras visuales sean equiparables a las estructuras lingüísticas. La relación planteada es de orden más general: las estructuras visuales, al igual que las lingüísticas, tienen la capacidad para producir distintas interpretaciones del mundo, así como de representar posibles modos de interacción social y de organizar un texto coherente. El modelo se basa en los principios fundamentales de la teoría de Halliday, que explican la producción del significado en la sociedad y que pueden aplicarse a cualquier sistema semiótico.

Siguiendo esta teoría, Kress y van Leeuwen (1996) proponen una gramática aplicable a los objetos visuales de la cultura Occidental. La normalización de este lenguaje es informalmente propiciada, en la actualidad, por los medios de comunicación masiva que facilitan la reproducción y circulación de diseños y por las nuevas herramientas de producción visual que la computadora pone, masivamente, al alcance de la población.

Antes de describir la Gramática del diseño visual revisaremos brevemente el modelo de la Lingüística sistémico-funcional (LSF) que la fundamenta. Este constituye, al mismo tiempo, una teoría del lenguaje como proceso social y una metodología para describir sistemáticamente los patrones de la lengua. Halliday sustenta su teoría en las nociones de funcionalidad y sistema.

La lengua es funcional en múltiples sentidos: porque explica cómo el lenguaje es usado en contexto, porque sus componentes se organizan como medio de reflexión y de acción, y porque cada componente es explicado por referencia a su función en el sistema lingüístico. Es sistémica porque concibe al lenguaje como una red de opciones, es decir, cada vez que un hablante crea significado lo hace seleccionando entre una gama de recursos posibles que le ofrece el sistema.

Para Halliday el *texto* es una unidad semántica multifuncional que codifica, mediante estructuras gramaticales y palabras, significados de naturaleza social. Es, al mismo tiempo un producto y un proceso. Como producto es el resultado de una construcción que queda registrada y puede ser estudiado. Como proceso involucra una elección semántica: se origina cuando el

hablante selecciona entre una serie de significados y formas que se pueden utilizar en una situación dada. Cada elección procede de un entorno paradigmático, un universo más amplio de significados que queda fuera del texto: lo que pudo haberse dicho y no se dijo. En este sentido el texto es la realización de un *potencial de significado*.

Por otra parte, el texto se inscribe en un contexto de situación. Para explicar la relación entre contexto de situación y texto, Halliday introduce las variables de *campo*, *tenor* y *modo* a partir de las cuales se configuran todas las situaciones comunicativas (1982: 145).

El *campo* se refiere a la actividad social en curso. El *tenor* comprende los participantes involucrados en la comunicación, el rol que desempeñan, la formalidad y permanencia de la relación social que los involucra. El *modo* se refiere al papel del lenguaje en la comunicación, a la organización simbólica del texto y a su función en el contexto (Halliday, 1989: 12). Estas tres variables que configuran una situación comunicativa, determinan la selección de los significados y las formas lingüísticas para su realización y conforman el *registro* (46). Cada una de ellas se corresponde con un componente funcional del sistema semántico denominado *metafunción*. Así, el *campo* determina la selección de significados relacionados con la representación de la experiencia, el *tenor* determina la selección de significados referidos a la interacción y el *modo* determina la selección de significados vinculados con la organización del texto.

Todas las lenguas cumplen tres tipos de *metafunciones* denominadas respectivamente *ideacional*, *interpersonal* y *textual*.

La *metafunción ideacional* se refiere al uso del lenguaje para representar e interpretar los fenómenos del mundo externo y del mundo interno o mental. Se subdivide en función *experiencial*, referida a las ideas contenidas en un texto, y función *lógica*, que expresa las relaciones lógicas entre ideas (conjunción, disyunción, causalidad, condición, etc.).

La función experiencial se realiza mediante una estructura semántica de transitividad configurada por *procesos* (acciones realizadas por verbos), *participantes* (roles semánticos realizados por sustantivos) y *circunstancias* (condiciones de tiempo, lugar y manera realizadas por adverbios o frases adverbiales).

La *metafunción interpersonal* se refiere a la participación de los hablantes en eventos comunicativos, a los roles que en ellos se asumen y se adjudican a los demás. También se vincula con actitudes, sentimientos y valoraciones que el hablante construye en su mensaje. Esta función se realiza mediante la estructura de *modo* y la *modalidad*. El sistema de modo expresa la interacción entre los participantes de la comunicación por medio de aseveraciones, preguntas, órdenes. La modalidad marca la actitud del hablante.

La *metafunción textual* habilita la realización de las funciones ideacional e interpersonal en un texto organizado y cohesivo, que presente un discurso coherente y pertinente para el contexto de situación. Se realiza mediante la *estructura de tema*, vinculada con el ordenamiento de los elementos en la cláusula.

Kress y van Leeuwen (1996) extienden el concepto de *metafunción* a todo sistema semiótico. Siguiendo el modelo de la LSF, las representaciones visuales realizan simultáneamente tres dimensiones de significado también denominadas *ideacional*, *interpersonal* y *textual*<sup>4</sup>. Los signos visuales, al igual que los verbales, construyen una representación particular del mundo, establecen vínculos entre los participantes del evento comunicativo y expresan actitudes, y finalmente, se organizan para constituir textos cohesivos y coherentes.

Distintos recursos visuales, como sucede con los recursos léxico-gramaticales en el lenguaje, son seleccionados por el productor de un texto y permiten desplegar los significados en los tres niveles.

#### a) *Metafunción ideacional*<sup>5</sup>

Kress y van Leeuwen (1996: 56 y ss.) denominan *estructura representacional* a la organización de recursos que realizan los significados en este nivel. El concepto se refiere a cómo se relacionan entre sí seres u objetos en la representación. El modelo propone dos tipos de estructuras representacionales: *narrativas* y *conceptuales*. Las *representaciones narrativas* muestran a los objetos o seres en mutua interacción: un participante hace algo a otro o para otro. En ellas, se llevan a cabo procesos materiales de distintos tipos (transactivos, no transactivos, verbales, mentales).

Las *representaciones conceptuales* introducen a los participantes por su clase, su estructura o su significado, es decir clasifican, describen o atribuyen un valor simbólico. El modelo sugiere una subclasificación de estas representaciones basada en los distintos procesos que realizan: *analíticas*, *clasificadoras*, *simbólicas*. Se ampliará la descripción de las representaciones narrativas y conceptuales en el capítulo 3.

---

<sup>4</sup> Se han propuesto otras nomenclaturas para designar las metafunciones en el modo visual: *representacional*, *interactivo* y *composicional* (Jewitt & Oyama, 2003).

<sup>5</sup> Si bien tomamos el término *ideacional* como lo utiliza Kress, las estructuras semánticas descritas en este nivel se asocian al significado *experiencial* de la gramática hallideana y tienen una correspondencia con la configuración de participantes, procesos y circunstancias. La función *lógica*, en el modo visual, es estudiada por Martinec y Salway (2005).

a) *Metafunción interpersonal*

Este significado se realiza mediante el *contacto*, la *distancia social* y la *actitud* (1996: 121 y ss.). El *contacto* se refiere al vínculo entre la representación y el observador. Un participante animado puede ser representado estableciendo contacto visual directo con el observador, en cuyo caso se sugiere una comunicación imaginaria entre ambos, o como objeto ‘ofrecido’ a la vista del observador.

La *distancia social* se materializa en el espacio que media entre el objeto representado y el observador y su efecto es el grado de intimidad o alejamiento que se sugiere al destinatario del mensaje. La *actitud* representa compromiso que la imagen genera hacia el espectador y la situación de poder que crea. Esto se logra mediante la perspectiva y el ángulo de enfoque. Una perspectiva frontal significa mayor compromiso del espectador hacia la imagen que una oblicua. La imagen enfocada desde un ángulo alto ubica al receptor en una situación de poder en relación con el mundo representado; en cambio, un ángulo bajo le otorga poder al elemento representado.

En esta investigación, se dejan de lado los significados referidos al contacto, la distancia y la actitud, para centrar la atención en otro recurso del componente interpersonal que es relevante para la transmisión del conocimiento biológico: la *modalidad*.

La noción de *modalidad* se refiere al grado de compromiso con la realidad que se crea para el observador, al representarla ‘tal como es’ o como una construcción intelectual. Ejemplos de una representación ‘real’ son las fotografías, que reproducen los objetos de manera similar a como los percibe la mirada humana. Ejemplos de representaciones ‘construidas o transformadas’ a partir de lo real son los dibujos y esquemas en los que media una interpretación o traducción por parte del productor. La *modalidad* constituye un sistema que interactúa con el contexto, que se despliega en distintos grados y que se fundamenta en una noción universal vinculada con la representación visual: la *iconicidad*. Esta noción, que originó largas discusiones en el campo de la semiótica<sup>6</sup>, refiere al grado de semejanza entre un signo visual y aquello que el signo representa. La *modalidad* se realiza en imágenes de distintos grados de *iconicidad*, es decir que se acercan o se alejan de la apariencia del objeto representado tal como la percibe el ojo humano.

Explicaremos en detalle la configuración del sistema de modalidad en el capítulo 4, donde, además, propondremos su complementación con el concepto de *escala de iconicidad* formulado en el marco de la Teoría de la esquematización y la iconicidad (Moles, 1991).

---

<sup>6</sup> El grado de *iconicidad* de una representación visual es uno de los problemas teóricos centrales de la semiótica. Para una reseña de las discusiones en torno del tema véase Zechetto (2006).

*b) Metafunción textual*

Los significados que expresa esta metafunción se relacionan con la organización de los elementos en el espacio. Se realiza mediante los siguientes elementos:

- El *valor de la información*: los elementos, tanto verbales como visuales, se distribuyen en el espacio de la página de manera tal que adquieren distintos valores. Estos valores se vinculan estrechamente con aspectos culturales e históricos de la comunicación. El hecho de que la escritura occidental se desplace de izquierda a derecha y desde arriba hacia abajo, predispone la asociación del espacio a un determinado valor comunicacional: lo conocido tiende a ubicarse a la izquierda y lo nuevo a la derecha.
- El *énfasis*: los elementos pueden atraer o no la mirada del receptor según estén ubicados en un primer o segundo plano, según su tamaño relativo, el contraste, el color o la diferencia en la forma.
- El *encuadre*: la presencia o ausencia de marcos o de líneas de conexión en una composición permite agrupar o separar elementos.

Los recursos de realización de estos tres elementos se expondrán con mayor detalle en el capítulo 5.

En la siguiente tabla se sintetizan, en forma comparativa, las principales categorías del modelo de Halliday y de Kress y van Leeuwen.

Tabla 1.1.

*Gramática sistémico-funcional - Gramática del modo visual.*

		<b>Gramática del modo verbal</b>	<b>Gramática del modo visual</b>
<i>Estructura semiótica de situación</i>	<i>Componente semántico-funcional</i>	<i>Recursos de significación</i>	<i>Recursos de significación</i>
Campo	Ideacional: -experiencial -lógica	Estructura de transitividad (procesos/participantes/ circunstancias)	Representaciones conceptuales y narrativas (procesos, participantes, circunstancias)
Tenor	Interpersonal	Estructura de modo	Contacto, distancia y actitud Modalidad
Modo	Textual	Estructura de información	Valor de la información Encuadre Énfasis

Además de los recursos semióticos que realizan significados experienciales, interpersonales y textuales, se analizará el empleo del modo visual en el despliegue del manual y en relación con su propósito comunicativo general. Para ello consideraremos, en el siguiente apartado, la noción de *género discursivo* y su relación con la multimodalidad.

#### 2.1.4. Género discursivo y multimodalidad

En el modelo hallideano, el *género* está incluido en la variable de *modo* que forma parte de la situación comunicativa. Halliday no profundiza sobre la naturaleza del género. Cuando debe definirlo, lo hace de la siguiente manera: “...los diversos géneros del discurso, incluso los géneros literarios son funciones semióticas específicas del texto que tienen un valor social en la cultura (Halliday, 1982: 189)”.

Por su parte, Hasan (en Halliday y Hasan, 1989) describe el género como una configuración contextual que refleja la actividad social y que permite predecir la estructura del texto: qué elementos deben o pueden ocurrir, dónde deben o pueden ocurrir y con qué frecuencia. A su vez, distingue pasos obligatorios, opcionales e iterativos, así como la secuencia en la que pueden aparecer. A partir de esta caracterización, propone una estructura que denomina *potencial de estructura genérica*. Esta noción lleva a un estudio de los textos centrado en su propósito de comunicación, propósito que se ve reflejado en los pasos obligatorios de su estructura.

Martin, en su Teoría de género y registro (Martin, 1997; Martin & Rose, 2008) también toma como referencia la situación comunicativa y define el concepto de *género* como un proceso social, orientado por un propósito y organizado en pasos (*staged*) que integran, en forma predecible, elecciones de campo, tenor y modo (Martin, 1997: 13). Es un proceso social porque se lleva a cabo mediante una interacción con otras personas. Está orientado por un propósito porque está diseñado para lograr un objetivo. Se organiza en pasos porque estos son necesarios para el logro del propósito comunicativo (Martin & Rose, 2008). Cada vez que un hablante necesita comunicarse, en el marco de un evento particular y frente a un destinatario, escoge un formato textual utilizado previamente en una situación similar. Por esta razón una práctica social recurrente dará lugar a formas textuales relativamente estables.

Esta teoría explica no solo las diferencias formales entre los géneros, sino también las motivaciones contextuales de esas diferencias (Eggins y Martin, 1997). Dado un texto, se

puede deducir el contexto en el que se originó a partir de su organización estructural y de sus características semióticas, puesto que estas dan cuenta de su función en la cultura. Asimismo, conocer la configuración contextual (el campo, el tenor y el modo), permite predecir los recursos que se usarán para codificar los significados, así como los pasos que habilitan la progresión del texto. Los géneros representan patrones de organización social que se realizan, a su vez, en patrones de interacción en cada situación y como patrones de discurso en cada tipo de texto. Este sistema estratificado permite entender las formas de pensamiento de la cultura a partir de la realización textual y tiene implicancias para la circulación, interpretación y producción de textos en la escuela.

De acuerdo con esta conceptualización, los patrones de significados se agrupan en *familias de géneros*: la familia de los géneros cotidianos, la de los géneros históricos y la de los géneros científicos (Martin & Rose, 2008). Por ser esta última la que se vincula con la investigación, la presentaremos con mayor detalle.

Los géneros pedagógicos son recontextualizaciones de los géneros de la ciencia (Bernstein, 1994): son el producto de la transformación de discursos originados en la actividad científica, para comunicarlos a niños y adolescentes. Presentan la experiencia a partir de cuatro prácticas discursivas: instruir acerca de la observación y la experimentación, recontar lo experimentado, describir y clasificar lo observado, y explicar la ocurrencia de fenómenos (Veel, 1997; Martin y Rose: 2008). De estas prácticas se dependen los siguientes géneros:

- a) Procedimientos: orientan acciones.
- b) Recuentos de procedimientos: surgen de eventos acerca de los cuales se informa.
- c) Informes: clasifican y describen los objetos. Pueden ser *descriptivos*, destinados a caracterizar rasgos, *taxonómicos*, destinados a organizar los elementos en sistemas jerárquicos.
- d) Explicaciones: muestran cómo o por qué se produce un fenómeno. Se organizan mediante secuencias de eventos basadas en distintos tipos de relaciones: temporales, causales, condicionales o en principios abstractos.

En la práctica pedagógica, estos géneros no se presentan aisladamente, sino que aparecen bajo la forma de secuencias que tienden a repetir la configuración del camino de aprendizaje propuesto. Martin (1997: 16) utiliza el término *macro-género* para designar la secuencia de géneros elementales (procedimiento, informe, explicación, etc.) ordenada en función de un propósito comunicativo general. Esta configuración, frecuente en los manuales, se analizará en el capítulo 6.

Kress (2003: 84 y ss.), por su parte, vincula el concepto de *género* con el de *modo* para referirse a la producción del significados en los textos multimodales. Desde su perspectiva, el *texto*, categoría material y perceptible, está determinado por tres elementos:

-el *discurso*: contenido organizado según diferentes ámbitos sociales (discurso científico-pedagógico, discurso legal, etc.)

-el *género*: categoría no material que refleja tanto el propósito comunicativo como la interacción.

-el *modo*: sistema de recursos que produce significados y organiza el texto (lengua escrita, lengua oral, modo visual, modo gestual, o combinaciones de ellos).

Kress sostiene que los géneros pueden realizarse mediante dos o más modos semióticos dependiendo del propósito comunicativo y de la interacción que tiene lugar en un tiempo y en un ámbito determinados. La elección de uno u otro modo está determinada por el interés de quien produce el texto. En un texto multimodal, distintos modos pueden representar diferentes funciones en el despliegue del género y entonces se estará frente a géneros mixtos. En este sentido los manuales que nos ocupan adquieren, en el lapso estudiado, la configuración de géneros mixtos. En el capítulo 6 se analizará este aspecto del cambio.

#### 2.1.5. El concepto de *alfabetización*

En el marco de la Semiótica social, Halliday y Martin (1993) vincularon *alfabetización* con el aprendizaje de los lenguajes como una tecnología<sup>7</sup>. Desde este enfoque, la ciencia es concebida una práctica socio-semiótica que evolucionó funcionalmente para realizar un tipo de trabajo teórico y práctico para la construcción de los conocimientos disciplinares.

El registro de la ciencia construye conocimiento y los recursos lingüísticos que genera este trabajo semiótico dan origen a un modo de decir distanciado del lenguaje de ‘sentido común’, como Halliday llama al lenguaje cotidiano. Desde su perspectiva, este registro se

---

<sup>7</sup> Hasta mediados del siglo XX la alfabetización (*literacy*) se asociaba al dominio de la lectura y la escritura como competencias separadas y el foco estaba puesto en el reconocimiento de las letras y en la capacidad de decodificar significados, en tanto se reservaba para el nivel secundario el aprendizaje de la escritura (Christie & Misson, 1998). La impronta de la Sociología en la teoría lingüística, hacia fines de 1970, llevó a ver el lenguaje como sostén de la vida social y a valorarlo por su función socializadora en las escuelas. Así el concepto de alfabetización incorporó la idea del dominio de registros elaborados de lenguaje como instrumento de acceso al conocimiento y de participación social (Bernstein, Halliday). Este enfoque corresponde a una visión amplia del concepto y anticipa otras formulaciones que incorporan la dimensión social (Gutiérrez Martín, 2003; Teubal y Guberman, 2014) o la recuperación de sentidos culturales construidos históricamente (Vallejos, 2015).

caracteriza por la creación de términos técnicos y por una gramática que presenta el mundo como abstracción, que clasifica la realidad según criterios específicos, que construye relaciones complejas entre conceptos. Esta gramática produce un efecto de alienación cuando los alumnos deben aprender las ideas que transmite el discurso científico (Halliday & Martin, 1993).

Para Halliday y Martin, la *alfabetización científica* remite a la enseñanza del lenguaje de la ciencia. Este registro, primordialmente escrito, no se adopta espontáneamente porque no es utilizado en la vida cotidiana, pero puede ser adquirido y explorado como un recurso para acceder al conocimiento (1993).

En tanto Halliday se centra en las particularidades del registro, especialmente en los rasgos gramaticales que diferencian el lenguaje de la ciencia del lenguaje de ‘sentido común’, Martin asocia la alfabetización al aprendizaje de los géneros.

La concepción del género como una categoría amplia, que determina la selección de los recursos de significación en la situación comunicativa (*registro*), lleva a pensar la cultura a partir de los conjuntos de géneros que los usuarios reconocen y utilizan. Martin aplica su teoría al contexto de la enseñanza y vincula el déficit en el manejo del lenguaje escrito no solo con la dificultad de diferenciar géneros por parte de los alumnos, sino también con la ausencia de una reflexión adecuada acerca del tema en las instituciones. Desde su perspectiva, la alfabetización en ciencia se apoya, en particular, en la enseñanza de géneros, especialmente aquellos asociados a las prácticas de construcción del conocimiento y alejada de los contextos familiares.

Kress (2003, 2010) relaciona la alfabetización con el conocimiento de los recursos que construyen significado en los distintos modos de representación. La noción de multimodalidad amplía el concepto de alfabetización centrado en el aprendizaje de la escritura, para tener en cuenta todos los modos semióticos que se utilizan en la cultura. La multimodalidad exige el desarrollo de gramáticas específicas para comprender los mecanismos de realización de los significados de distintos modos y de su articulación en diversos soportes y espacios.

Una noción que incluye a la de alfabetización multimodal es la de *multialfabetización* (Cope y Kalantzis, 2000), que considera dos rasgos dominantes de la sociedad contemporánea: los nuevos mecanismos de comunicación generados por las tecnologías multimedia y la diversidad multicultural del mundo globalizado. Pensada como una pedagogía para el futuro, la *multialfabetización* incluye muchos modos de comunicación además de la lengua y además contempla las diferencias culturales, así como las especificidades cognitivas y sociales de distintos grupos humanos.

En lo que respecta al modo visual, Kress y van Leeuwen (1996: 26) advierten un cambio en los roles culturales y sociales de los modos lingüístico y visual. Por un lado, la lengua parece

estar menos sujeta a controles normativos, tal como lo demuestra la coexistencia de diferentes variedades lingüísticas en los medios de comunicación o la pérdida de relevancia de la ortografía. Por otro lado, el modo visual tiende a ser cada vez más codificado. Este aspecto se manifiesta en la existencia de bancos de imágenes que constituyen fuentes para la producción de textos visuales y en el desarrollo del diseño mediante computadoras.

La creciente codificación del modo visual se opone a la creencia de que las imágenes refieren la realidad en forma transparente y de que no es necesario conocer el código para interpretar sus significados. Por el contrario, las imágenes son recursos de representación que construyen miradas sobre la realidad y manifiestan modos de pensar y de interactuar en la cultura. Dada la importancia de la comunicación visual en diversos ámbitos de nuestra cultura, la formación de ciudadanos ya no se asocia solamente a la alfabetización lingüística, sino que demanda la reflexión sobre la semiótica visual (32-33). Este cambio de paradigma concierne especialmente a los educadores.

## 2.2. Teoría de la esquematización y de la iconicidad

Como se ha señalado, el concepto de *iconicidad*, referido al hecho de que las imágenes pueden guardar distintos grados de semejanza con los objetos que representan, está en la base de la noción de *modalidad* de la gramática de Kress y van Leeuwen. También lo encontramos como fundamento de un instrumento de clasificación de imágenes desarrollado por Abraham Moles (1991) quien categorizó los diferentes tipos de representaciones en una *escala de iconicidad decreciente*.

Los conceptos nucleares de este modelo son *esquematización* y *abstracción*. La *esquematización* consiste en despojar progresivamente al objeto de sus cualidades sensibles en un proceso de creciente *abstracción*, de manera que el *grado de abstracción* es opuesto al *grado de iconicidad*: cuanto más abstracta es una imagen menos iconicidad contiene, menos figurativa es. Por ejemplo, una fotografía se parece más al objeto que representa que un dibujo del mismo objeto y éste, a su vez, podrá ser más icónico que una esquematización de su referente. La elección de una representación más icónica o más abstracta se vincula con la intención comunicativa de la imagen.

Mediante la *escala de iconicidad decreciente*, los distintos tipos de representaciones son ordenadas en doce grados. Según esta escala, las categorías se suceden entre dos polos

previamente establecidos. Uno de estos polos corresponde a la máxima representación posible de lo real visible (iconicidad máxima) que equivale al objeto mismo expuesto como especie. En el otro polo se sitúa la mayor abstracción (iconicidad nula), que corresponde a los signos abstractos, como el lenguaje escrito o las fórmulas algebraicas. Entre ambos extremos, representando un despojamiento progresivo de las cualidades sensibles de los objetos, se sitúan los modelos tridimensionales, los dibujos y los distintos tipos de esquemas.

Posteriormente, Estivals (1995) reformuló la propuesta de Moles y estableció una *escala de esquemización icónica* en cinco grados. En su formulación, incorporó un propósito cognitivo-comunicacional que remite a la función de cada tipo de imagen:

- a) El primer grado de su escala incluye los objetos reales, los modelos tridimensionales y las fotografías. Estos tipos de imágenes muestran el objeto tal cual se lo percibe y responden a la necesidad de *ver* que tiene el receptor.
- b) El segundo grado, que comprende los dibujos, el esquema anatómico, la vista parcial, muestra el objeto y, al mismo tiempo, pone en evidencia su estructura. Responde a la necesidad de *comprender viendo*.
- c) El grado tres, que incluye esquemas con símbolos normalizados como mapas y organigramas, muestra la organización de la estructura sin mostrar el objeto pero conservando su memoria. Responde a la necesidad de *conocer la organización o estructura* de lo representado.
- d) El grado cuatro, que abarca esquemas de relaciones lógicas y topológicas, fórmulas químicas, sociogramas, esquemas abstractos, gráficos vectoriales, explica teóricamente la estructura, sin conservar memoria del objeto. La necesidad del receptor es, en este caso, la *comprensión teórica*.
- e) El grado cinco, relativo al lenguaje escrito, explica la estructura analíticamente. El receptor necesita conocer la explicación verbal para poder reconstruir la síntesis que comunica el esquema gráfico. Este grado contempla la interrelación que existe entre el lenguaje escrito y el visual.

En el capítulo 4 se sugerirá una articulación entre la *escala de iconicidad* aquí presentada y el *sistema de modalidad* de la Gramática del diseño visual.

Tabla 1.2.

*Escala de iconicidad según Estivals (adaptado de Costa, 1998)*

	<b>Tipo de imagen</b>	<b>Significados</b>	<b>Propósito comunicativo-cognitivo</b>
Grado 1	Objetos reales Modelos tridimensionales Fotografías	Máxima aproximación a la realidad	Ver
Grado 2	Dibujos, esquema anatómico, vista parcial	Exhibición del objeto y sus rasgos o estructura	Comprender viendo
Grado 3	Esquemas con símbolos normalizados (mapas)	Representación de una estructura conservando memoria del objeto	Conocer la estructura u organización
Grado 4	Esquemas lógicos, fórmulas químicas, sociogramas, gráficos	Representación de una estructura sin conservar memoria del objeto	Comprender teóricamente
Grado 5	Lenguaje	Explicación de estructura analítica	Conocer la explicación verbal para reconstruir el esquema gráfico

\*\*\*\*\*

## Síntesis

Presentado el marco teórico de la investigación, reseñamos su aporte. Los fundamentos de la Semiótica social y su interpretación acerca de la producción del significado en la cultura permiten comprender las transformaciones en los recursos visuales de representación como el producto de cambios contextuales. Nos referiremos a ellos en el capítulo 2.

Desde el concepto de multimodalidad abordamos el estudio del modo visual y describimos su potencial de significación en un contexto acotado, teniendo en cuenta que aporta una parte de los recursos de representación. Estos funcionan en forma articulada con recursos de otros modos como la escritura, la tipografía, el color, en el caso que nos ocupa.

La Gramática del diseño visual, inspirada en la Gramática sistémico-funcional, aporta las categorías para el análisis de los recursos que representan los significados disciplinares, que construyen una perspectiva de observación y que habilitan la organización del texto. El análisis de estos recursos se lleva a cabo en los capítulos 3, 4 y 5.

En relación con la perspectiva de observación realizada por la *modalidad*, hemos considerado oportuno incorporar la noción de *escala de iconicidad* propuesta en el marco de la Teoría de la esquematización y la iconicidad. A partir de esta articulación conceptual se

incorpora el propósito de observación asociado a la modalidad de una representación. Sobre la base de esta asociación se propone una clasificación para las imágenes del corpus (véase capítulo 4).

Finalmente, los conceptos procedentes de la Teoría de género y registro que hemos presentado, especialmente el de macro-género, nos permitirá analizar la función del modo visual en el despliegue de la estructura de género. El estudio de este aspecto es importante para comprender la gravitación del modo visual en el proceso de aprendizaje.

De la revisión del marco teórico surgen los siguientes postulados que fundamentan el análisis de los recursos semióticos en el corpus seleccionado:

- ✓ El *texto* es una realización semiótica, producto de la interacción social
- ✓ El *género* es una de las dimensiones, junto con el *discurso* y el *modo* que determinan la organización del texto.
- ✓ El *género* es un proceso social que como tal expone las relaciones sociales entre los participantes de una interacción. Se despliega en etapas funcionalmente diferentes de acuerdo con los propósitos de la comunicación.
- ✓ En los textos multimodales se ponen en relación las categorías de *género* y *modo*: distintos *modos* pueden realizar diferentes *géneros*, de manera tal que en un texto puede haber más de una realización genérica.
- ✓ Los modos asumen una *carga funcional* propia derivada de su potencial de significación.
- ✓ El uso repetido de un modo asociado a un género, es decir, vinculado con un determinado propósito comunicativo, conduce a la *especialización funcional* de dicho modo.
- ✓ La *especialización funcional* conlleva la modificación de los recursos semióticos en uso y la creación de nuevos recursos.

### 3. Diseño metodológico

La investigación aborda las representaciones visuales en tanto objeto semiótico. Como todo fenómeno semiótico se inscribe en un currir temporal y está sujeto a transformaciones que derivan de la actividad social, se adopta una perspectiva diacrónica. Este enfoque permite evaluar el potencial de significación de los recursos visuales construido en el tiempo y derivado de cambios en los ámbitos tecnológico, cultural y especialmente educativo. De este modo, se

sugieren vínculos entre el fenómeno semiótico descrito y aspectos contextuales, tales como el avance de las tecnologías de producción y reproducción de imágenes, la influencia de diferentes modelos didácticos, el perfil de los destinatarios de los manuales y la competencia editorial.

La muestra se constituye con ejemplos de representaciones visuales que evidencian usos innovadores. Cuando la perspectiva multimodal adoptada lo requiere, se incorporan fragmentos escritos que se articulan con las representaciones elegidas.

Los ejemplos fueron escogidos a partir de tres criterios generales: a) que fueran representativos de nuevos recursos semióticos entre exponentes de distintas etapas, es decir que marcaran una tendencia de transformación<sup>8</sup> b) que permitieran establecer comparaciones, c) que cubrieran una diversidad de contenidos en el marco de la disciplina estudiada.

Por último, sobre la base de la descripción, y teniendo en cuenta que el aprendizaje de las ciencias se sustenta en el desarrollo de competencias discursivas asociadas al manejo de distintos modos de representación, se añade el esbozo de una propuesta para la alfabetización visual orientada a la enseñanza de la biología en la escuela media.

### 3.1. Caracterización y periodización del corpus

Se realizó una periodización basada en los cambios de planes de estudio y en la respuesta editorial frente a estos cambios. Esta selección pone en evidencia transformaciones sustanciales en los contenidos, la organización y la denominación de los textos. Además permite considerar la influencia de los modelos didácticos y epistemológicos predominantes en cada etapa. Se distinguen tres etapas: a) 1965-1978, b) 1979-1994 y c) 1995-2005.

Para la primera etapa se trabajó con los libros de primer, segundo y tercer años de escuela secundaria de las editoriales Kapelusz, Troquel y Cesarini Hnos. Para la segunda, se seleccionaron textos de primero, segundo y tercer años editados por Santillana, Huemul, Estrada, Plus Ultra y Kapelusz. Finalmente, para el tercer período se analizaron libros destinados a séptimo, octavo y noveno años de Educación General Básica (EGB) de las editoriales Santillana, Estrada, SM, Aique, Tinta Fresca y Puerto de Palos. Los manuales

---

<sup>8</sup> Este criterio de selección tiene como finalidad encontrar indicios de una tendencia de transformación en la mayoría de las propuestas editoriales, pero no pretende establecer una comparación entre ediciones más conservadoras o más innovadoras dentro de un mismo período.

escogidos para cada período constituyen la mayor parte de las ediciones en circulación en cada época. Se ha aumentado el número de editoriales de un período a otro para reflejar el hecho de que la oferta editorial creció significativamente, especialmente en los 2000.

Las fuentes textuales que conforman el corpus proceden de los archivos de la Biblioteca Rivadavia y de las Biblioteca de las Escuelas Medias dependientes de la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca), instituciones que históricamente han abastecido la demanda de manuales, por lo que cuentan con un acervo significativo de los textos más solicitados por docentes y alumnos. Asimismo, se consultaron textos anteriores al período estudiado correspondientes a las décadas del '40 y del '50 con el propósito de delimitar el corpus. Algunas de estas ediciones pertenecen al catálogo de la Biblioteca Nacional del Maestro.

El grupo de manuales del primer período (1965-1978) corresponde a los programas vigentes entre 1965 y 1977 incluye libros de Botánica, Zoología y Anatomía y Fisiología, asignaturas que se dictaban respectivamente en primero, segundo y tercer año de la escuela secundaria. La selección de estos manuales presentó la dificultad de encontrar ediciones para las tres materias (Botánica, Zoología y Anatomía) en todas las editoriales. Aun así, se decidió incorporar las dos editoriales de mayor circulación (Troquel y Cesarini), cuyas series están completas, y dos series incompletas (*Botánica* de Fuster y Galíndez, y *Botánica y Zoología* de Botto y Péres Calvo), pero de importante circulación, para tener una muestra más amplia del empleo de lo visual que permitiera registrar usos innovadores.

Se tomó como punto de partida 1965, año en que se introdujeron, para el primer año, conceptos de Teoría celular, reproducción, evolución y herencia. Esto marcó una diferencia con el plan con el plan anterior, de 1953 e incidió en la inclusión de microfotografías. En lo que respecta a los contenidos de segundo y tercer año, mantuvieron continuidad temática con los de 1953. Asimismo, según lo que se ha podido verificar revisando las ediciones disponibles, en 1965 se editó la *Botánica* de Fuster y Galíndez (Kapelusz), manual que marcó una diferencia al incorporar fotografías en color, hecho no registrado en manuales de las décadas anteriores. Este empleo innovador fue seguido por el uso de los primeros esquemas monocromos y fotografías en blanco y negro en las ediciones de Troquel a partir de 1965. Al iniciarse la siguiente década, se sumaron esquemas monocromos en los libros de Kapelusz (Botto y Calvo, 1971) y los dibujos en colores de los textos de Cesarini (1971). Estos usos marcan un contraste en relación con otros textos que circulaban en los '50 y a principios de la década del '60 que no incorporaban color<sup>9</sup>. La utilización extendida de este recurso, modificación de origen

---

<sup>9</sup> Nos referimos a *Vida Vegetal* (1961) de Editorial Stella y *Nociones de Botánica* (1962) de Estrada, textos

tecnológico, constituyó un cambio significativo al estimular la atención visual en un primer contacto con el libro.

El segundo grupo de textos responde a los planes de 1978, que introdujeron modificaciones importantes en los contenidos. En primer año se incorporó la ecología como tema innovador; en segundo año se presentó el estudio comparativo de animales y vegetales. El estudio de la teoría celular, la genética, la evolución y los sistemas del cuerpo humano quedó reservado al tercer año. La denominación elegida para estos textos fue *Biología* (o *Ciencias Biológicas*) 1, 2 o 3, según correspondiera a primero, segundo o tercer año de la educación secundaria.

Finalmente, a partir de 1995, con la implementación de la Reforma Educativa bajo la nueva Ley Federal de Educación (1994), los libros comenzaron a llevar el título de *Ciencias Naturales* 7, 8 o 9 (para séptimo, octavo y noveno año de EGB) e incluyeron contenidos de Biología, Física, Química y Geología. En esta última etapa los textos cambiaron significativamente, no sólo por la nueva concepción de la enseñanza de la Biología que representaban, sino por la diversificación de la oferta editorial, que convirtió a la imagen en una estrategia comunicativa central. Este crecimiento es indisociable de la competencia del mercado editorial, y su impacto se observa tanto en la variedad de diseños que distinguen un libro de otro, como en la renovación de textos que las editoriales hacen en pocos años. Este hecho, complejiza la selección del material y obliga a dejar libros fuera del corpus.

En 2006 se sancionó una nueva Ley de Educación que modificó la estructura de la escuela media: el 7°, 8° y 9° de Educación General Básica, pasan a denominarse 1°, 2° y 3° años de Educación Secundaria Básica (ESB). Por esta razón, y a los efectos de limitar la cantidad de textos para profundizar el análisis, restringimos el corpus a los libros publicados hasta 2005. No obstante hemos revisado ediciones de los siguientes diez años, hasta 2015, y se puede observar que los empleos de la imagen descriptos a partir de 1996 han tenido continuidad y la tendencia multimodal parece profundizarse, especialmente en el empleo de infografías.

Como se ha señalado, los cambios de denominación y las diferencias de contenidos a lo largo de los tres períodos estudiados tienen su origen tanto en la adopción de nuevos paradigmas didácticos, como en distintos enfoques epistemológicos de la biología. Se hace necesaria entonces una caracterización más detallada de los tres grupos.

a) Libros de Botánica, Zoología y Anatomía (1965-1978)

Los textos de esta etapa se organizan según un enfoque morfológico, anatómico y sistemático (Fowler, 1968). Parten de la descripción minuciosa de las estructuras para luego explicar la fisiología. Por esta razón encontramos en los índices temáticos una progresión que se inicia con la célula, para pasar gradualmente a estructuras más complejas como los tejidos, los órganos y finalmente los aparatos. La secuenciación de los contenidos presenta un pasaje de lo simple a lo complejo: en primer año se estudian las plantas como organismos más simples, en segundo año, los animales y en tercer año, el hombre como un organismo más complejo. El objetivo final es el estudio del organismo completo como unidad. También tiene un papel importante en la determinación de los contenidos la sistematización del estudio de animales y plantas mediante taxonomías. Encontramos en estas propuestas descripciones de plantas o animales específicos (maíz, junquillo, araña, langosta, etc.) incorporados a una clase (monocotiledóneas, animales de respiración traqueal).

b) Libros de Biología o Ciencias Biológicas (1979-1994)

A partir de 1979<sup>10</sup>, uno de los cambios importantes en los contenidos, que se materializa en los libros de primer año, es la introducción de una perspectiva ecológica<sup>11</sup>.

En segundo año se estudian animales y vegetales siguiendo un criterio taxonómico y en un orden de mayor a menor complejidad (vertebrados a invertebrados, plantas vasculares a plantas celulares). Tanto el programa de primero como el de segundo responden a pautas de la Primera Conferencia Internacional sobre la enseñanza de la Biología que recomendaba el estudio de la vida en sus diversos niveles, desde el molecular, hasta el de poblaciones, comunidades y biósfera (Liendro, 1992: 31). Para el tercer año, el plan incluye célula, productores-consumidores, sistemas digestivo, circulatorio, respiratorio, excretor, nervioso y reproductor. En suma, a excepción de un mayor desarrollo vinculado con la Teoría celular y algunos conceptos

---

<sup>10</sup> Si bien el nuevo plan pertenece a 1978, la primera edición que poseemos de esta etapa y que responde al programa oficial es de 1979 y pertenece a la editorial Kapelusz. Hacia 1979 aún se reeditaban libros que seguían el plan anterior. Tal es el caso de *Anatomía y Fisiología* de editorial Cesarini Hnos.

<sup>11</sup> El modo en que la perspectiva ecológica es incorporada a los libros de este período ha sido criticada. Las falencias más graves que se han señalado son el carácter estanco de cada unidad, la atomización de los contenidos, la falta de unidad conceptual, los errores en la secuenciación de conceptos centrales para la comprensión del tema. (véase Liendro, E. 1992: 29 y ss.).

nuevos como productores-consumidores, en los programas de segundo y tercer año se reformulan y sintetizan contenidos que antes se daban en tres años.

En tanto los contenidos se ajustan, en todos los manuales, a las prescripciones curriculares, la preocupación por el método científico marca una diferencia entre textos que denominaremos *conservadores* e *innovadores*. Los primeros siguen transmitiendo conocimientos cerrados y dedican poco espacio a la propuesta de actividades. Los segundos amplían las sugerencias de tareas experimentales con el propósito de que los alumnos tomen contacto con los objetos de estudio, observen, comparen e interpreten la realidad en estudio. En estos subyace una concepción de la enseñanza de la ciencia como descubrimiento.

#### b) Libros de Ciencias Naturales (1995-2005)

Los libros editados entre 1995<sup>12</sup> y 2005 responden a la nueva estructuración de los niveles primario y medio propuesta por la Reforma Educativa implementada a partir de la sanción de la Ley Federal de Educación (1994). En esta reestructuración, el séptimo año de la antigua primaria se unificó con primer y segundo de secundaria en el tercer ciclo de Enseñanza General Básica (EGB). Por lo tanto en esta etapa los libros para alumnos de 12, 13 y 14 años respectivamente se presentan como libros para séptimo, octavo y noveno año de Educación General Básica (EGB).

La Biología dejó de enseñarse en forma aislada y se integró en un enfoque más abarcador con contenidos de otras ciencias como Física, Química, Astronomía y Geología. El área disciplinar pasó a denominarse Ciencias Naturales y se dividió en cuatro bloques: *La vida y sus propiedades*, *El mundo físico*, *Estructura y cambios de la materia* y *La tierra y sus cambios*. Uno de los fundamentos invocados para esta integración es el hecho de que estas disciplinas comparten una metodología experimental y que sus campos de conocimiento se alimentan recíprocamente. Desde el punto de vista didáctico, el tratamiento conjunto de las disciplinas tiene como propósito obtener una visión globalizadora de los procesos que vinculan al hombre con su entorno (Totah y Corvatta, 1996: 183). Dado que las unidades temáticas de los manuales proponen abordajes separados de las llamadas ciencias naturales, y para no diversificar temáticamente el corpus, tomamos para el análisis únicamente aquellos capítulos que

---

<sup>12</sup> Los cambios en los programas, implementados por la Reforma, se traducen en una serie de Santillana que se edita en 1995, todavía destinada a 1°, 2° y 3° años, aunque con la nueva denominación Ciencias Naturales. De este mismo año son las últimas ediciones de los manuales de Plus Ultra que renuevan el formato, pero mantienen los contenidos de los programas viejos. Recién en 1996 y 1997 salen al mercado textos con los contenidos destinados a 7°, 8° y 9° de EGB. (Santillana, Aique).

correspondan a *Biología*.

La elección de la primera etapa de la escuela media obedece a diversas razones. En primer lugar, se ha considerado el aspecto cognitivo de los destinatarios de estos libros. En el marco de la Reforma Educativa de 1995 se plantea una diferencia sustancial entre los dos primeros ciclos de EGB (equivalentes a los seis primeros años de la escuela primaria tradicional) y el tercer ciclo (séptimo, octavo y noveno año). Aquellos priorizan contenidos basados en procedimientos, que tienden a presentar la ciencia como proceso de producción de conocimientos. En cambio, el tercer ciclo enfatiza lo conceptual y permite delimitar con mayor precisión las identidades disciplinares. Es decir que en el transcurso de séptimo, octavo y noveno año, los alumnos están en condiciones de acceder a la lógica interna de cada disciplina desde su cuerpo de conocimientos. Estos criterios, que señalan al tercer ciclo de EGB como una etapa crucial en la alfabetización científica porque en ella se acentúa lo conceptual, orientan la producción de los manuales y constituyen el principal fundamento para la selección de los materiales en este trabajo.

En segundo término, el recorte del corpus se vincula con la necesidad de una coincidencia temática entre textos más antiguos y textos más recientes. A los efectos de establecer una comparación centrada en los recursos semióticos y su potencial de significación era necesario contar con textos que abordaran contenidos curriculares similares. Los libros destinados a este ciclo presentan coincidencias temáticas que favorecen la comparación.

Finalmente, resulta indispensable focalizar una etapa para profundizar el análisis de características discursivas. Extender dicho análisis a la totalidad del ciclo medio implicaría considerar como variable la complejidad creciente en el tratamiento de los temas en función del criterio de adecuación pedagógica a la edad de los alumnos. La exclusión de tal variable permite un trabajo más exhaustivo en relación con los objetivos planteados en la medida en que hace posible ampliar la cantidad de manuales consultados.

### 3.2. Ejes del análisis

En el capítulo 2 se reseñan los factores contextuales más importantes que inciden en la transformación de los recursos. El objetivo de este recorrido es comprender los cambios en relación con el proceso de producción y comunicación de significados. Estos involucran múltiples actores sociales con intereses disímiles y en distintas esferas de la cultura.

En los restantes capítulos, siguiendo los principios de la Semiótica social (Hodge y Kress, 1989; Van Leeuwen, 2005) y el modelo de la Gramática del diseño visual (Kress y van Leeuwen, 1996), se establecen los ejes de análisis que presentamos a continuación. Estos se aplican a tres períodos en los que se produjeron cambios curriculares y editoriales que se han detallado en el apartado precedente.

- a) transformaciones de los recursos de representación,
- b) transformaciones de los recursos que construyen la modalidad,
- c) transformaciones de los recursos de composición
- d) transformaciones del modo visual en la realización del género

a) La representación de la experiencia en la Gramática del diseño visual se realiza mediante estructuras compuestas por *participantes*, *procesos* y *circunstancias*. Estas estructuras se clasifican en dos grandes grupos que a su vez comprenden subclases: *representaciones conceptuales* y *narrativas*. Partiendo de esta clasificación, se analizan distintos tipos de *representaciones conceptuales* y *narrativas* que construyen los significados disciplinares (Kress y van Leeuwen, 1996, ). Para ello, se seleccionaron ejemplos que reflejan las concepciones predominantes en cada período considerado. Ante la dificultad de enmarcar algunas de ellas en la tipología propuesta por Kress y van Leeuwen, se sugieren otros tipos de estructuras que resultan útiles para la representación de nociones de Biología.

b) El sistema de *modalidad*, construye una perspectiva de observación para el destinatario. Su estudio permite determinar grados de aproximación a la ‘realidad’ realizados por una representación visual. El concepto es útil para la alfabetización visual porque permite organizar el universo de imágenes de los manuales y asociarlas con funciones perceptivas y cognitivas. Para describir las transformaciones de la *modalidad* (Kress y van Leeuwen, 1996) se propone una articulación de este concepto con la noción de *escala de iconicidad* (Moles, 1991; Estivals, 1995). La complementariedad de ambas categorías teóricas ayuda a ordenar topológicamente el universo de imágenes contenido en los textos y a asociarlas con un propósito pedagógico. Este ordenamiento pone en evidencia las diversas perspectivas de observación construidas por diferentes técnicas de representación (micrografía, fotografía, dibujo y esquema).

c) Los recursos de composición integran, en una totalidad significativa, los significados experienciales e interpersonales mediante los sistemas interrelacionados de *valor de la información*, *énfasis* y *encuadre*. Son importantes para la alfabetización visual porque

jerarquizan la información y establecen conexiones entre lo visual y lo escrito.

d) En tanto se articulan con secuencias escritas para lograr el propósito comunicativo del texto, las representaciones visuales contribuyen al despliegue del manual como género. El análisis de este aspecto consiste en relevar y describir las diferentes funciones asumidas por las imágenes en el desarrollo del género y por lo tanto, en relación con el propósito pedagógico del manual.

A partir de este relevamiento se busca verificar si el modo visual adquirió, en el lapso estudiado, una mayor *especialización funcional* en la medida en que realizó nuevos significados y en que cumplió nuevas funciones asociadas al logro del propósito pedagógico.

Se utiliza el concepto de *macro-género* (Martin, 1993) para definir al manual, en la medida en que se configura mediante el despliegue de diferentes secuencias con propósitos comunicativos independientes. A su vez, estas se articulan entre sí para alcanzar un objetivo cognitivo general. La categoría permite describir transformaciones en el género que tienen una correlación con cambios en los modelos didácticos.

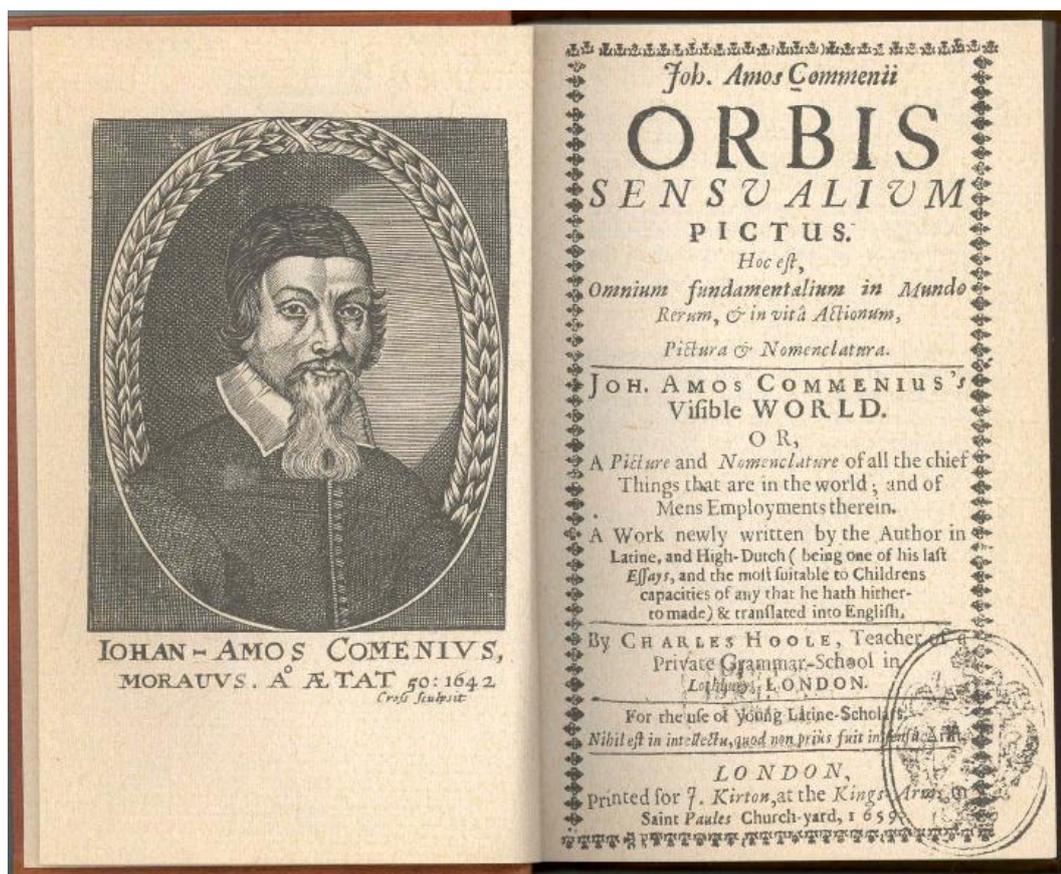
En este marco, se analiza, para cada período, una selección de secuencias visuales y verbales que ilustran cómo fue creciendo la carga funcional de las representaciones visuales. Si bien el análisis se focaliza en las imágenes, se incluyen, además, fragmentos escritos, con los cuales éstas se articulan para la realización del propósito comunicativo en cada etapa del macro-género. Se prefiere un análisis de secuencias al de unidades temáticas completas, para poder incluir mayor cantidad de casos que ejemplifiquen las variadas funciones adquiridas las representaciones en el transcurso del tiempo.

II

## El libro de texto y el modo visual

Cambios contextuales

“También reportará gran utilidad que el contenido de los libros se reproduzca en las paredes de la clase, ya los textos (...) ya dibujos de imágenes o emblemas que continuamente impresionen los sentidos, la memoria y el entendimiento de los discípulos...” (Comenio, citado en Aguirre Lora, 2001: 6)



(Disponible en [http://www.centromanes.org/?page\\_id=246](http://www.centromanes.org/?page_id=246))

Reproducción de las primeras páginas de *Orbis Sensualium Pictus* (1670) de Juan Amos Comenio. La obra, un manual escrito para enseñar latín por medio de ilustraciones, es reconocida por inaugurar el empleo de imágenes con fines didácticos.

## Capítulo II

### El libro de texto y el modo visual

#### Cambios contextuales

A lo largo de este capítulo, hablaremos de los factores que transformaron la estructura y el discurso de los manuales e incidieron en los recursos de representación visual. Nos referiremos al influjo de los modelos pedagógicos imperantes en cada etapa, a las demandas del mercado editorial, a las preferencias de los destinatarios de los libros escolares, a los avances técnicos de impresión y reproducción de imágenes y, finalmente, a la gravitación de los recursos visuales como modo de representación y comunicación del conocimiento en la cultura moderna occidental.

En el capítulo 1 se ha presentado la noción de género discursivo, siguiendo a Martin, como proceso social organizado en etapas y dirigido hacia un objetivo (1997: 12-13). También se ha visto que el género, junto con el discurso y el modo configuran el texto (Kress, 2003). Sobre la base de estas nociones, definimos los *libros de texto* o *manuales escolares* como textos determinados genéricamente por el objetivo de orientar la enseñanza de una disciplina dentro de un marco institucional. Esto significa que se organizan formalmente en torno de un propósito pedagógico y a partir de las relaciones que pretenden establecer entre los distintos actores del mundo escolar. El propósito general y la vinculación con la institución escolar le dan al manual estabilidad como texto y lo instalan como material reconocido en la práctica escolar. Sin embargo, los cambios tecnológicos y culturales de los últimos cuarenta años transformaron su estructura, su discurso y la elección de los modos que intervienen en su realización. Estos cambios repercuten en el vínculo que los lectores construyen con el texto y en el modo en que abordan la lectura (Choppin, 2001).

En los apartados que siguen, analizaremos, entonces, los principales factores institucionales y culturales que repercutieron en la producción y el diseño de los manuales que estudiamos.

## 1. Los modelos didácticos

En lo que respecta a la función pedagógica de los manuales, consiste en la búsqueda de una enseñanza gradual, programada temporalmente, asociada a contenidos específicos, destinada a receptores de igual rango de edad e impartida en el contexto de una institución. Si bien esta función define la estabilidad del género en el tiempo, la práctica pedagógica se ha visto modificada a instancias de diferentes modelos didácticos y esto ha transformado la forma en que la función de enseñanza se realiza en los textos.

En el lapso que estudiamos, importantes cambios en los niveles del género y del discurso están ligados al modelo didáctico imperante en cada etapa. También la inclusión de representaciones visuales ha sido condicionada por los mismos paradigmas. Cuando hablamos de modelo didáctico nos referimos a un plan estructurado a partir del cual se configura el currículo, se diseñan materiales y se orienta la enseñanza. El modelo didáctico, fundado en principios psicológicos y epistemológicos, impone una noción de aprendizaje, orienta la selección y organización de contenidos y actividades, y da forma al sistema social en el que docentes y alumnos asumen roles de interacción (Jiménez Aleixandre, 2000).

El modelo didáctico dominante en las escuelas argentinas hasta fines de los '70 fue el de *transmisión-recepción*. Se caracteriza por privilegiar aspectos epistemológicos -y por lo tanto la estructura disciplinar- por sobre los factores psicológicos que inciden en el aprendizaje. El alumno es considerado como una página en blanco en la que se inscriben los conocimientos; en consecuencia la enseñanza consiste en la transmisión de un saber ya elaborado de una persona a otra. Las ideas que subyacen a este modelo coinciden con la visión de la ciencia como cuerpo cerrado de conocimientos que crece por acumulación. El currículo, que sigue la lógica de la disciplina, presenta un listado de contenidos conceptuales cuyo propósito es preparar para el nivel siguiente.

El contacto del estudiante con la realidad está mediado por la palabra, como elemento preponderante y por la imagen, como complemento. En el sistema social que construye este modelo, el docente, encargado de transmitir los conocimientos, se transforma en fuente de autoridad que regula la participación de los alumnos. El libro de texto se convierte en el material curricular por excelencia y constituye otra voz autorizada junto a la del maestro.

Pese al rol dominante de la palabra escrita, hacia mediados de los '60 se instala la preocupación por el modo visual. En los prólogos de los textos analizados, al renovarse las

ediciones, los autores hacen referencia al valor didáctico de las imágenes, a la atracción que produce el color. Una reflexión similar aparece en textos pedagógicos destinados a docentes, en los que se reconoce el valor didáctico y estético que aporta a la enseñanza el modo visual:

“(…) en ciencias naturales, cada lección se desarrolla hoy alrededor de grandes láminas, de atrayente colorido y presentación. La parte reservada al autor pierde su primacía, a tal punto que un libro de texto podría ser solo una serie de imágenes acompañadas de preguntas. Debe destacarse de igual modo el cuidado minucioso que se observa cada vez más en la selección de los documentos presentados y la preferencia que se atribuye a los grabados.

El libro ayuda a desarrollar el sentido estético. Los editores se preocupan cada vez más de la composición tipográfica, el nivel artístico de las ilustraciones, la diagramación y la selección del papel (…)” (extracto de *Guía para el trabajo cotidiano en el aula*, citado en Mareuil, 1970: 68)

A partir de 1979, la aparición de nuevas ediciones de manuales revelan la influencia del modelo del *descubrimiento*, que se profundiza hacia fines de los ‘80. Los fundamentos psicológicos de este modelo se encuentran en la idea de Piaget de que el conocimiento se construye mediante la actividad. Por otro lado, bajo la influencia epistemológica de Kuhn, Popper y Lakatos se inaugura la noción de que el aprendizaje de la ciencia se facilitará en la medida en que se reproduzca el modo de trabajo de la ciencia. Así el modelo del descubrimiento se sostiene en el empirismo o inductivismo, que le otorga un papel central a la capacidad de formular leyes generales a partir de la observación de fenómenos particulares (Jiménez Aleixandre, 2000).

Desde esta perspectiva, el aprendizaje de la ciencia se sustenta en el dominio del método científico que le permite al estudiante llegar al conocimiento a partir del análisis de datos empíricos. El rol del docente consiste en proporcionar las destrezas de investigación mediante actividades y dejar que el alumno resuelva los problemas y alcance la comprensión de los conceptos. En el currículo se prioriza el aprendizaje de procedimientos por sobre la adquisición de conceptos. El eje de trabajo es la realización de actividades que estimulen destrezas como observar, clasificar, inferir, hipotetizar. Los nuevos manuales proponen actividades de laboratorio y de campo<sup>1</sup>. En la nueva dinámica de aprendizaje, las imágenes se integran para estimular esta forma de trabajo.

---

<sup>1</sup> Si bien los libros exhiben una propuesta metodológica que parece privilegiar la construcción inductiva del conocimiento, la calidad de las actividades no colabora con este propósito. Liendo (1992: 72 y ss.) ofrece ejemplos representativos de tareas que, lejos de inducir a la formulación de hipótesis y a su verificación, limitan el esfuerzo del alumno a la observación y comprobación de saberes que el mismo texto propone como afirmaciones.

Hacia mediados de 1990, el modelo didáctico que inspira las propuestas editoriales es el *constructivista*. Originada en los desarrollos teóricos de Vigotsky (1988), Ausubel, Novak y Hanesian (1983) la perspectiva constructivista concibe al aprendizaje como un proceso personal que consiste en reconstruir modelos mentales desde los cuales se interpreta el mundo. El proceso comienza con la observación de la realidad, observación que ya está cargada de una teoría de ‘sentido común’ de la cual el alumno es portador. Enseñar ciencia es ayudar a que los estudiantes revisen y reconstruyan sus modelos personales para acercarse a los propuestos por la ciencia. La adquisición de nuevos conocimientos es significativa cuando contribuye a la reestructuración de un modelo. Por esta razón, las actividades se centran en la resolución de problemas, en la comparación de modelos y estimulan el aprendizaje a partir del diálogo. Los recursos didácticos se diversifican y el rol del docente es el de un mediador entre el alumno - quien tiene el control del aprendizaje- y el objeto de conocimiento. Como se verá en el desarrollo de esta investigación, en los libros que responden a este modelo las imágenes son utilizadas para motivar la formulación de preguntas y la revisión de conocimientos previos. Además cobran importancia las representaciones esquemáticas que facilitan la visualización de relaciones conceptuales y las infografías, que sintetizan temas complejos.

## **2. El mercado editorial**

El manual no es solamente la manifestación textual de un discurso pedagógico, también constituye un objeto de mercado y, como tal, se ve afectado por la tensión originada entre los lineamientos establecidos por las políticas educativas y los intereses económicos de las editoriales. El tiempo que abarca este estudio, se caracterizó por la transición desde momentos de mayor regulación estatal, que dieron origen a materiales formalmente homogéneos, hacia etapas de debilitamiento del control estatal. Esto derivó, en los ‘90, en una oferta mayor de libros y en una gran diversidad de formatos.

Los textos escolares, en la Argentina, habían adquirido importancia durante el último cuarto del siglo XIX, con la consolidación del sistema educativo a partir de la sanción de la Ley de Educación Pública. Acompañando los principios de obligatoriedad, gratuidad y neutralidad religiosa que la nueva legislación establecía, surgió una preocupación por profesionalizar la docencia y por crear condiciones físicas y culturales que garantizaran la enseñanza. Como parte

---

de este proceso, los libros de texto se convirtieron en los organizadores del trabajo del docente y de los alumnos en la clase. Esto determinó que se configuraran siguiendo los contenidos de un programa y que presentaran la información en forma secuenciada y progresiva (Carbone, 2003). En un comienzo, los más difundidos fueron los libros de lectura inicial; los manuales especializados por disciplina que conocemos hoy cobraron importancia recién en el siglo XX.

Entre las décadas de 1930 y 1950 se le dio impulso a la educación secundaria mediante la implementación de políticas educativas que posibilitaron la creación de escuelas y el crecimiento de la matrícula (Tosi, 2012: 510). De este período datan los primeros manuales de biología de los que hemos encontrado registro<sup>2</sup>. Estos textos incluían grabados de plantas, animales y de la anatomía humana.

Entre 1960 y 1982, la redacción de manuales era controlada por el estado y el mercado editorial era incipiente. Los libros de texto se ajustaban a los lineamientos establecidos por el Consejo Nacional de Educación, a través de la Comisión de Textos Escolares que durante el último período militar fue reemplazada por una Comisión de Estudio de Textos (Cruder, 2008: 51). Por esta razón, los textos de distintas editoriales presentaban contenidos idénticos y eran formalmente muy parecidos. Los libros eran identificados por el nombre de su autor. En general eran obra de uno o dos profesores que explicitaban en un prólogo los criterios pedagógicos utilizados y la visión de ciencia inspiradora del texto. Los autores más vendidos en el área que estudiamos eran por entonces Dembo, publicado por Cesarini Hnos. Ediciones y Dos Santos Lara, cuyos libros eran editados por Troquel. Se registran reediciones de estos textos hasta fines de los '70. Tal es el caso de *Botánica* de Dembo que alcanza su 42° edición en 1979.

En 1983, con el advenimiento de la democracia, se disolvió el Consejo Nacional de Educación, de modo que los libros utilizados en distintas provincias pasaron a ser aprobados por organismos provinciales. Los manuales mantenían contenidos comunes y eran generados en editoriales de Capital que los distribuían por todo el país (Cruder, 2008). No obstante, el mercado editorial comenzó a dispersarse y se inició una fractura en el discurso homogéneo que había caracterizado los manuales de las décadas anteriores<sup>3</sup>. Tosi (2012: 525) denomina a la

---

<sup>2</sup> Eran populares por entonces los libros de Jorge Vidal, publicados por editorial Stella: *Botánica* (1937), *Curso de Botánica* (1938), *Vida Humana. Anatomía y Fisiología* (7° edición, 1954), *Vida animal: elementos de zoología* (16° edición, 1954).

<sup>3</sup> Desde el período de consolidación del estado nacional, la escolarización masiva se había llevado a cabo mediante la imposición de un libro oficial que uniformaba las lecturas y transmitía la ideología del proyecto de turno. Esta práctica se mantuvo durante los gobiernos dictatoriales que controlaban la producción de libros oficiales y recién comenzó a flexibilizarse a partir de 1983 con el advenimiento de la democracia (Lipsman, M. en Litwin, 1995: 152 y ss.).

política editorial del período 1983-2005 *mercantilización pedagógica*. En efecto, el predominio de un paradigma neoliberal convirtió al libro de texto en mercancía; se impuso un criterio de oferta y demanda que obligó a competir con formatos cada vez más atractivos y a renovar con mayor frecuencia las ediciones. Además, aparecieron nuevas editoriales dedicadas a la publicación de textos escolares y la oferta, para las ciencias naturales, se duplicó.

En los noventa, se produjo un nuevo giro que redundaría en una producción cada vez más variada. Las políticas económica y educativa de esta década llevaron respectivamente a la desregulación del mercado editorial y a la descentralización de la educación<sup>4</sup>. Las grandes editoriales nacionales que desde la década del '30 y hasta entrados los '70 habían dominado el mercado de habla hispana (Claridad, Emecé, Losada, Peuser y Sudamericana) desaparecieron o fueron vendidas a capitales extranjeros. Como consecuencia de este proceso de desnacionalización y concentración, para el 2006, las veinte firmas más grandes, que agrupaban varios sellos editoriales y pertenecían casi en su totalidad a capitales extranjeros, concentraban el 50% de la producción de los libros y el 75 % del mercado<sup>5</sup>.

La década del 2000 se caracterizó por un fuerte crecimiento de la actividad editorial<sup>6</sup> que también alcanzó a la producción de textos escolares. Si bien la Ley Provincial de Educación de 1994 había puesto el control sobre la edición de textos escolares en manos del Director General de Cultura y Educación<sup>7</sup>, en la práctica, las editoriales comenzaron a decidir acerca de los contenidos de los libros, hecho que puede verificarse en los variados desarrollos que propone cada edición para los programas oficiales. Así, a partir de 1995, coincidiendo con la implementación de la Reforma Educativa, no sólo creció la oferta de manuales, sino que, además, las ediciones se diversificaron. Las editoriales diferenciaron sus productos complejizando el formato de los libros: se incorporaron nuevas secciones dedicadas a la historia de la ciencia, a la divulgación, a las relaciones entre ciencia y sociedad, al método científico; se

<sup>4</sup> En 1993 se sancionó la Ley Federal de Educación 24195/93 que dispuso el traspaso de las escuelas de la Nación a las Provincias.

<sup>5</sup> “Informe sobre el sector editorial en la Argentina”, Boletín informativo del laboratorio de industrias culturales, Año 1, N° 1, septiembre 2006 en [www.buenosaires.gov.ar/areas/cultura/observatorio](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/cultura/observatorio) [sitio consultado en abril de 2012].

<sup>6</sup> Según el informe del Centro de Estudios para la Producción, entre 2003 y 2007 la cantidad de libros publicados se incrementó un 174%, pasando de 32,9 millones en 2003 a 90 millones en 2007 (Centro de Estudios para la Producción (CEP), “La industria del libro en la Argentina” en [www.buenosaires.gov.ar/areas/cultura/observatorio](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/cultura/observatorio) [sitio consultado en abril de 2012].

<sup>7</sup> En el artículo 33 de la ley 11.612/95 se establece entre las obligaciones del Director General de Cultura y Educación: “Programar, resolver y fiscalizar lo referente a la adquisición y/o edición de textos escolares, recursos audiovisuales y demás material didáctico, mobiliario y útiles <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/1-11612.html> [sitio consultado en marzo de 2012]

enriquecieron las propuestas de actividades y experimentos. Aunque la modificación de contenidos respondía a los lineamientos de la Reforma, la elección del formato del libro y su diseño eran la consecuencia de una estrategia de mercado que hacía de los textos objetos de consumo. En esta construcción, el modo visual adquirió una importancia radical.

La trascendencia mercantil que alcanzaron los textos escolares en las dos décadas pasadas se verifica también en ciertos cambios que afectaron sus condiciones de producción. En primer lugar, las ediciones comenzaron a ser renovadas con mayor frecuencia. Santillana, por ejemplo, lanzó al mercado siete ediciones diferentes de manuales para cada año de EGB, entre 1995 y 2009, es decir un promedio de una edición cada dos años. En segundo lugar, los autores individuales fueron sustituidos por equipos interdisciplinarios, razón por la cual los textos pasaron a ser identificados, en la jerga escolar, por el nombre de su editorial de pertenencia (Santillana, Puerto de Palos, Estrada, Aique, SM, Tinta Fresca).

Al mismo tiempo, los equipos de producción se ampliaron con la presencia de ilustradores, infógrafos y fotógrafos. Este hecho habla de la importancia que se le concedió al modo visual. A la función didáctica de las imágenes se añadió un propósito estético que constituyó un factor clave en la diferenciación de la oferta. Estos textos, con un mejor diseño visual, se volvieron más competitivos en el mercado, y además, la participación de especialistas del diseño, la ilustración, la fotografía en la producción del mensaje dio una nueva impronta a su discurso.

### **3. Los destinatarios**

El período que abarca esta investigación estuvo signado por cambios revolucionarios en las tecnologías de la imagen y en la comunicación visual que incidieron en la relación de los jóvenes con los mensajes visuales. Esta realidad mereció la atención tanto de los sectores estatales encargados de establecer los lineamientos de enseñanza, como de autores y editores. Así, la construcción discursiva de los manuales se fue modificando para responder a las competencias y representaciones de destinatarios condicionados por la cultura de la imagen.

En nuestro país, quienes transitaron su escuela secundaria en los años '70, asistieron a la masificación del consumo televisivo y constituyeron las primeras generaciones de jóvenes que contemplaron, desde sus hogares, la realidad mediada por mensajes audiovisuales. Hacia los '80, el progreso de la video-cultura había hecho posible la difusión de películas educativas,

que se proyectaban con formato VHS en cualquier escuela que dispusiera del equipamiento necesario. Estos materiales incorporaron una nueva dimensión de lo visual al tratamiento de los temas.

En los '90, los establecimientos educativos comenzaron a organizar las primeras salas de informática. La computadora, utilizada inicialmente para la lectura y escritura de documentos verbales, habría de convertirse, rápidamente, en el nuevo soporte de lo visual, en un instrumento para la producción de textos multimediales y en un dispositivo para simular la realidad. En cuarenta años, el perfil del estudiante ha pasado de ser el de un lector de textos escritos a un lector de textos audiovisuales. Su capacidad de interpretación asociada tradicionalmente a la práctica de la *lectura*, está hoy vinculada a la práctica de *ver*.

Desde distintos ámbitos del conocimiento se ha reflexionado sobre este problema. Sartori (1998: 35), por ejemplo, atribuye a la televisión el haber privilegiado un modo de comunicación basado en la imagen, con lo cual la palabra escrita fue desplazada a un segundo plano. A partir de esta evidencia, sostiene la tesis de la aparición de un nuevo tipo de ser humano, capaz de responder mejor a los estímulos visuales que a los del lenguaje escrito.

En el marco de los estudios sobre la lectura, Petrucci (1998: 546 y ss.) advierte que, en el siglo XX, el vínculo tradicional de lectura y aprendizaje que se establecía con los libros fue sustituido, especialmente en los jóvenes, por un vínculo de consumo. Los libros conviven en los hogares con una cantidad de medios de información electrónicos. Su coexistencia con elementos audiovisuales los margina a un segundo plano y aparecen síntomas de la disolución del orden tradicional de lectura en la cultura escrita occidental. Asociadas a este fenómeno surgen nuevas prácticas lectoras encarnadas en el "lector anárquico", proclive a hojear el libro por cualquier parte, a saltarse pasajes enteros, a extraer del texto conclusiones no previstas por el autor, a plagiarlo y a olvidarlo una vez que lo ha usado.

Desde una perspectiva pedagógica, Maite Pro (2003: 29 y ss.) puntualiza cuatro rasgos que distinguen a la comunicación audiovisual y que deben ser tenidos en cuenta para la alfabetización visual dentro del sistema educativo. En primer término, la comunicación a través de la imagen es una mediación: el mensaje visual puede parecer real, pero es una construcción discursiva y por ello ofrece una visión parcial y subjetiva de la realidad. En segundo lugar, los medios de comunicación estimulan la percepción rápida mediante una sucesión de imágenes que incitan al reconocimiento instantáneo antes que a la decodificación. Además, lo visual adquiere un papel emotivo de peso considerable. En tercer lugar, la comunicación de los medios es redundante. Las imágenes se repiten, reiterando, a su vez, situaciones sociales y valores que pasan a ser parte de una trama de consumo. Finalmente, la comunicación se funda en una visión

industrial y los mensajes están condicionados por el modelo de producción: para obtener beneficios, el producto debe agradar al cliente y al mismo tiempo, éste es continuamente inducido a cambiar de producto.

Estos problemas, reflejados en diferentes reflexiones teóricas, están presentes en el discurso institucional de la educación desde la década de los '90, condicionando la mirada de los docentes, potenciales compradores y, a la vez, multiplicadores del consumo de los libros<sup>8</sup>. Algunas de estas representaciones se encuentran explicitadas en los *Módulos de Capacitación* que acompañaron la Reforma Educativa de 1995, en los que se planteaba la necesidad de sumar a los contenidos tradicionales, el estudio de los medios masivos de comunicación.

Uno de los argumentos que sostiene este enfoque es la pertenencia de los niños y adolescentes a la cultura audiovisual. Así, se hace referencia al tiempo que niños y adolescentes pasan en contacto con videotextos y videojuegos y se sugiere que las deficiencias en el uso fluido de la lengua oral y escrita y el empobrecimiento del lenguaje que se evidencian en el aula, se deben al predominio de la cultura visual sobre la escrita. Se recomienda el desarrollo sistemático de “destrezas críticas y creativas mediante al análisis y producción de productos de los medios” con el objetivo de contribuir a que “el placer del entretenimiento y la comprensión de los mensajes sea más profunda” (*Módulo de Capacitación 5*, 1995: 15 y ss.).

En contraste con esta preocupación, en el Módulo 4, destinado a la didáctica de las Ciencias Naturales, se presenta el paradigma constructivista desde el cual se subraya la necesidad de trabajar a partir de los conocimientos previos de los alumnos para ayudarlos a desterrar sus teorías de sentido común. Se proponen estrategias para que los estudiantes construyan el conocimiento, pero no se hace referencia a los lenguajes que permiten esa construcción. La imagen científica, que ocupa muchas páginas en los textos de estudio, no es mencionada en estos materiales.

En suma, los documentos curriculares a partir de 1995 muestran acuerdo acerca de la omnipresencia de las imágenes en nuestra cultura, de su difusión en soportes múltiples y de su

---

<sup>8</sup> En los '90 Eliseo Verón llevó a cabo, en Capital Federal y gran Buenos Aires, una investigación solicitada por la Cámara Argentina del Libro ante la retracción de la venta de manuales. Los resultados mostraron que los manuales eran considerados, por alumnos y docentes, obsoletos y metodológicamente desactualizados. Su lectura era percibida como monótona, pasiva y memorística. En 1998, ante la repetición del estudio se comprobó que la representación negativa se había acentuado bajo la influencia de la Reforma de 1995. Se concluyó que la retracción de la venta se vinculaba con la pérdida de prestigio del manual como herramienta de trabajo (Verón, 1999: 119 y ss.). Coincidentemente, hemos registrado para la misma década una gran variación de formatos en las ediciones y un empleo estratégico de la imagen. En otras palabras, mientras los actores del mundo escolar ponían en duda la validez de los manuales como materiales de estudio, las editoriales lanzaban al mercado libros de formatos variados y sobre todo, ricos en recursos visuales. La vinculación de estas evidencias lleva a pensar que el despliegue de estos recursos respondía, entre otras razones, a una estrategia de marketing.

peso en la formación cultural de los alumnos. Sin embargo, el abordaje propuesto se limita a diagnosticar posibles efectos del predominio de lo visual sobre lo escrito, o, en el mejor de los casos, a caracterizar superficialmente el problema. Las propuestas, siempre asociadas a una lectura crítica de la imagen en los medios de comunicación masiva, omiten el hecho de que las imágenes forman parte del discurso de los manuales, por momentos integrándose para asistir al discurso escrito, tan naturalmente incorporadas bajo el rótulo de ‘ilustraciones’ que no despiertan sospechas acerca de los significados que realizan; en otras ocasiones, explícitamente reconocidas como estrategias de enseñanza, en cuyo caso tampoco se interroga su efectividad.

En síntesis, los puntos de vista que hemos reseñado manifiestan una conciencia acerca de la relación entre los estímulos visuales y los hábitos de lectura de los jóvenes que nacieron con la televisión. No es de extrañar entonces que los manuales del período que estudiamos, den una importancia creciente al rol de la imagen como portadora de información y como factor para capturar la atención del lector.

En la década de los '80, la competencia entre editoriales dio origen a distintos *contratos de lectura* (Verón, 1999: 95 y ss.). Esta noción, aplicada inicialmente al análisis de la prensa gráfica y sustentada en la teoría de la enunciación (17) explica cómo los materiales de lectura que despliegan el mismo tipo de contenidos, puestos a competir en el mercado, se diferencian por sus estrategias de enunciación o ‘maneras de decir’<sup>9</sup>. Éstas ‘maneras decir’ (realizadas, por ejemplo, en formas pronominales o verbales en el caso del lenguaje verbal) construyen las posiciones del emisor y el destinatario en el acto de comunicación y crean un vínculo entre el texto y el lector.

En el caso de los manuales, sujetos a restricciones institucionales que acentúan la homogeneidad y secuenciación de los contenidos, tales como programas oficiales o condicionamientos pedagógicos, la existencia del contrato de lectura es lo que destaca una propuesta frente a otra. Es en razón de dicho contrato que las editoriales hacen competitivos sus libros, diferenciándolos por el modo en que construyen los vínculos con los actores del mundo escolar. En los materiales que estudiamos, esta necesidad conlleva el empleo estratégico tanto del lenguaje verbal como del visual, por lo tanto el contrato de lectura alcanza también a los recursos visuales como estrategias de enunciación. Desde mediados de los noventa, cumplir con este contrato implica considerar las preferencias de un nuevo tipo de lector, que ha sumado a su competencia audiovisual las prácticas interactivas de la computadora.

---

<sup>9</sup> Entre las estrategias de enunciación del lenguaje que se estudian en los manuales están las formas pronominales y verbales. En el modo visual, algunas estrategias equivalentes son los recursos interpersonales de *contacto*, *distancia* y *actitud* que se mencionan en el capítulo 1.

#### 4. Las tecnologías de producción y reproducción de imágenes

Un recorrido por la historia de la ilustración científica deja ver que las imágenes tuvieron un rol importante en la constitución de la ciencia moderna y que, a partir del Renacimiento, el uso combinado de la imprenta y el grabado en madera o xilografía<sup>10</sup> fue decisivo para la producción en serie de textos ilustrados y por lo tanto, para la divulgación del conocimiento. Al grabado en madera sucedió el grabado en plancha de metal<sup>11</sup>. El producto de estas técnicas era un silueteado sin sombras común en los tratados de botánica, zoología y anatomía de los naturalistas del siglo XVI.

Durante el siglo XIX se desarrollaron procedimientos que generaron una revolución en la impresión de materiales, que incidieron en su difusión y en el crecimiento del mercado editorial. Dos de ellos fueron litografía<sup>12</sup> y la fotografía<sup>13</sup>. El siglo XX vio nacer nuevas técnicas que mejorarían la calidad de los textos, agilizarían los procesos de impresión y los harían menos costosos. El progreso de las tecnologías de reproducción de imágenes en el siglo XX repercutió significativamente en las representaciones visuales incorporadas a los manuales.

En 1904 Rubel inventó una técnica litográfica indirecta a la que llamó *offset*. El procedimiento consiste en pasar la imagen desde una plancha a una base de caucho y de allí al papel<sup>14</sup>. La flexibilidad del caucho hace que la tinta se adapte bien a cualquier calidad de papel, lo cual reduce los costos. El empleo del *offset* se divulgó a partir de 1930 (Moles, 1991: 134). En los manuales de ciencias naturales, hasta ese momento, ni el color ni las fotografías eran

---

<sup>10</sup> La xilografía consistía en tallar un dibujo sobre un bloque de madera que luego se entintaba y se imprimía sobre papel. Aunque algunos ilustradores, como Gustav Doré y Thomas Bewick, alcanzaron un manejo magistral de la técnica, esta no permitía gran soltura con las líneas, ni entramados de fondo demasiado detallados y limitaba los contrastes tonales, aunque sí se podía combinar con el texto en una misma plancha lo que permitía colocar texto e imagen en una página (Riat, 2006).

<sup>11</sup> El grabado en plancha metálica obligaba a imprimir por separado imagen y texto. Esta técnica generó una moda de ilustraciones a toda página y de gran tamaño e inauguró la época de las láminas independientes que reproducían retratos realistas, mapas e imágenes científicas. El grabado sobre metal pasó a ser el procedimiento predominante hasta las primeras décadas del siglo XIX. (Valero Sancho, 2001: 35).

<sup>12</sup> La litografía fue inventada en 1796 por Aloys Senefelder. La técnica se basa en el principio de repulsión entre el aceite y el agua (Riat, 2006).

<sup>13</sup> Sucedánea del arte pictórico, la técnica fotográfica permitió plasmar fragmentos de la realidad y congelarlos en el tiempo. Con el tiempo, el proceso original sobre una placa de cobre pulida, patentado por Daguerre en 1839, cedió su lugar a otras técnicas como la placa húmeda, la placa seca; y hacia la última década del siglo XIX se patentó la película flexible en rollo.

<sup>14</sup> El procedimiento funciona a partir de un engranaje de cilindros. La plancha con el dibujo pasa primero por debajo de un rodillo mojado con agua, luego toma la tinta de otro rodillo; ésta se deposita sobre una mantilla de goma que la fija sobre la superficie del papel cuando ésta pasa entre el cilindro de goma y otro de contrapresión (Riat, 2006).

frecuentes porque resultaban costosos. Es en esta década que aumenta la inclusión de láminas a todo color en papel encerado y separadas del texto principal, así como la presencia de fotografías en blanco y negro, de baja calidad.

Otro desarrollo importante para la imprenta moderna fueron las máquinas de fotocomposición que se difundieron a partir de 1954. Estas proyectan los elementos tipográficos sobre un papel fotográfico que luego se revela para obtener una fotografía de la composición del texto. En un comienzo se pegaba el texto obtenido junto a otros elementos como dibujos y se reproducía mecánicamente sobre papel. A partir de 1970 se diseñan máquinas capaces de almacenar tipos, dibujos y fotografías. Los datos se ingresan mediante un teclado y las máquinas realizan el procedimiento automáticamente. El desarrollo de esta tecnología agilizó el proceso de impresión (Riat, 2013).

El color invadió las páginas de las publicaciones gracias a la combinación del offset con la *cuatricromía*. Esta técnica, inventada en 1836 y perfeccionada posteriormente, permite obtener casi cualquier color mediante la combinación de los cuatro colores básicos (cian, magenta, amarillo y negro), depositados en diferentes planchas y aplicados sobre el blanco del papel en distintas proporciones. El procedimiento se había impuesto al finalizar el siglo XIX, pero, en nuestro país, se lo utiliza extensivamente en los manuales a partir de la década de 1960. Por ese entonces, se pueden registrar cambios sustanciales en las imágenes incorporadas a los textos escolares. Así, en los libros de Dos Santos Lara se inauguran los esquemas monocromos en magenta, cian o amarillo, y en la *Botánica* de Fuster abundan las fotografías en colores.

En los años '80, apareció la primera cámara digital que con el tiempo pasaría de desplazar a la fotografía basada en reacciones químicas. En ella la película sensible es sustituida por una placa electrónica (*chip*), formada por un conjunto de células fotosensibles que captan la luz. Los datos obtenidos se guardan y manipulan en un computadora, lo cual ofrece una mayor capacidad para la reproducción de las imágenes.

En 1984, el lanzamiento del ordenador Macintosh de Apple no sólo facilitó la creación de imágenes, sino que además impuso un estándar de trabajo para los ilustradores y diseñadores gráficos. El desarrollo de los *softwears* creados para generar ilustraciones fomentó la utilización de gráficos explicativos en la prensa y también en los manuales. Por esa época los textos se generaban con un procesador de texto y las imágenes se capturaban con scanner, luego eran retocadas con un programa informático y las páginas se ensamblaban con otro.

En la actualidad, el proceso fotomecánico en las artes gráficas ha sido superado por el CTP (*Computer to plate*), que reemplaza el proceso fotográfico para la producción de planchas,

por un sistema en el que los archivos pasan de la computadora directamente a las planchas. El procedimiento reduce costos, aumenta la productividad y asegura una mejor calidad en las impresiones (Riat, 2006: 204).

En la Argentina, desde fines de los '80 los manuales de ciencias naturales incorporan gran cantidad de fotografías y esquemas en colores, y se advierte mayor versatilidad en el diseño de las páginas. En los '90 la editorial Santillana da un espacio especial en los manuales a textos infográficos, cuya producción era el resultado de la incorporación de la tecnología informática en las redacciones (Valero Sancho, 2001).

## **5. La tradición ilustrativa en las ciencias naturales**

Como hemos señalado, los manuales son el producto de la *recontextualización* del discurso producido por la ciencia (Bernstein, 1994). Este proceso, cuyo objetivo es hacer comprensibles los conocimientos a nuevos destinatarios, implica una reformulación, reorganización y secuenciación de contenidos por parte de distintos agentes (universidades, actores del sistema educativo, editoriales). En el pasaje de un discurso especializado a uno pedagógico, algunas representaciones visuales son transformadas para que resulten atractivas o comprensibles; sin embargo la mayor parte de ellas tiene su origen en las prácticas comunicativas que fueron configurando las ciencias naturales en la historia de Occidente.

En el devenir de la producción y comunicación del conocimiento científico fue la necesidad de documentar observaciones, clasificar los objetos de conocimiento y construir formas universales de pensamiento, potenciada por el avance de los medios técnicos, lo que dio lugar a una iconografía científica, portadora de diferentes visiones sostenidas en cada momento histórico y rica en recursos de representación. Se hace necesaria, entonces, una breve referencia a la tradición ilustrativa, generadora del acervo de figuras que pueblan las páginas del corpus y que pertenecen al imaginario de la ciencia en nuestra cultura.

Desde la perspectiva de la psicología cognitiva, las imágenes tienen el poder de activar la atención o las emociones del observador (Gombrich, 1998) y por esta razón, han ocupado, desde la antigüedad, un lugar destacado en los discursos de transmisión del conocimiento. En la historia de la ciencia moderna y especialmente de las ciencias naturales, la representación visual ha ido aún más lejos: fue un instrumento para la construcción de saberes disciplinares. En efecto, desde el Renacimiento, el medio de la representación científica por excelencia fue el dibujo, no

solo como vehículo de divulgación, sino también como generador del conocimiento. Las tecnologías de la imprenta y el grabado se sumaron a las capacidades artísticas de los dibujantes para producir imágenes en serie que difundirían el saber.

En el siglo XVI, el dibujo y el grabado, ligados inicialmente al resurgir de las artes, se asociaron rápidamente a la recuperación del saber clásico. Muchos naturalistas, embarcados en la empresa de rescatar y perfeccionar el legado del mundo greco-romano, aportaron a la Historia Natural magníficas obras de catalogación en las que incluyeron imágenes que reflejaban sus observaciones (Pedro Robles, 2009)<sup>15</sup>. La belleza y fidelidad de la ilustración científica emergieron como valores que daban prestigio a los textos más importantes destinados a divulgar el conocimiento (Podgorny, 2006).

Fue el descubrimiento de la perspectiva renacentista lo que permitió representar formas tridimensionales y alentó la visualización de geometrías sobre superficies curvas. El nuevo recurso modificó la producción de dibujos anatómicos que se realizaban a partir de disecciones y añadió una nueva dimensión al conocimiento del cuerpo humano, dado que permitió representar con gran fidelidad las formas de los huesos y las ondulaciones de los músculos y tendones en distintos grados de tensión y extensión<sup>16</sup> (Barrow, 2010: 212).

En el siglo XVII, el desarrollo de los medios ópticos permitió superar los límites de la percepción ocular. La invención del microscopio develó a la vista humana un mundo complejo cuya existencia se desconocía y llevó a documentar la morfología de organismos en detallados registros visuales. Robert Hooke publicó, en 1665, un atlas titulado *Micrografía* que contenía unos sesenta estudios con sus ilustraciones. Dibujaba teniendo en cuenta la tridimensionalidad del objeto real que veía representado en el ocular del microscopio; además estableció procedimientos de cómo debía ejecutarse la representación. La exhaustividad descriptiva de sus imágenes impulsó la realización de estudios sobre la estructura y las funciones en insectos. Con el desarrollo de la óptica, y gracias a la fabricación de microscopios cada vez más potentes, se formuló la teoría celular. El tema se trataba en los manuales argentinos, hacia la década de 1930, representado por micrografías sin color obtenidas con microscopios ópticos.

---

<sup>15</sup> Algunas de estas obras fueron el herbario de Fuchs que mencionamos al introducir esta investigación, la *Historia Animalium* de Gesner (1551-1558), el *Herbarum vivae eicones* (1530) de Brunfels, *De humani corporis fabrica* de Vesalius (1543).

<sup>16</sup> El libro de Andrea Vesalius fue el primer tratado de anatomía que presentaba un dibujo detallado del interior del cuerpo humano. La obra estaba ilustrada con 200 grabados que representaban huesos, arterias, músculos, tejido cerebral y órganos vitales. La información visual tenía por objetivo facilitar a los potenciales lectores la realización de disecciones.

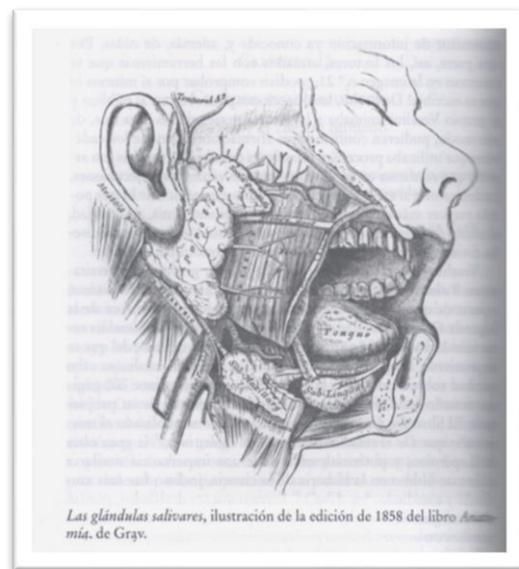
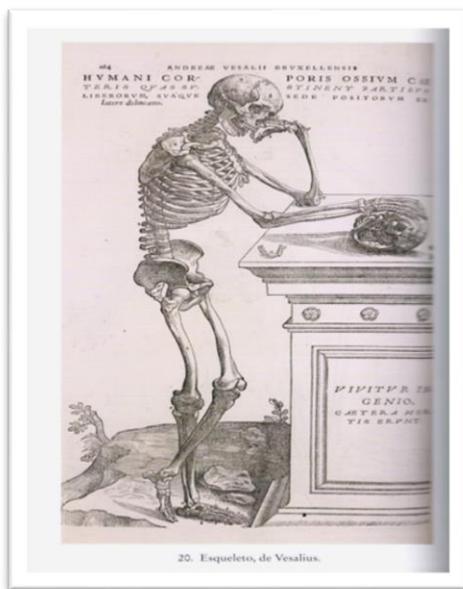
El microscopio modificó la percepción del espacio, categoría regida, en la estética naturalista, por leyes de perspectiva concebidas desde una escala humana. Al mismo tiempo la representación de la realidad captada por una máquina acrecentó el prestigio de la imagen. El protagonismo de las figuras en el libro impreso adquirió relieve, a tal punto que se comenzaron a utilizar referencias de números y letras para vincular las imágenes con los textos que las comentaban (Pedro Robles, 2009: 22 y 23). Como se verá en el desarrollo de esta investigación, este mecanismo tradicional de referencias se fue sustituyendo por otros recursos de organización textual.

La comunicación didáctica de la ciencia adquirió nueva relevancia en el siglo XIX, cuando el pensamiento científico se convirtió en una ideología de estado, sinónimo de la cultura occidental. Este objetivo se reflejó en los programas de enseñanza escolar y en el sistema de producción, cuando el artesanado cedió su dominio a la industria. La práctica ilustrativa adquirió una nueva pertinencia vinculada con la transmisión de los saberes científicos y técnicos. Para esa época, las formas de representación en el área de la tecnología comenzaron a abandonar su iconicidad y se construyeron sistemas basados en vectores, punto de apoyo, ejes (Moles, 1991:133). Estos recursos, aplicados a la representación de fuerzas en los tratados de mecánica, fueron importantes para el desarrollo de la representación esquemática de gran gravitación en los manuales y de la cual hablaremos en el capítulo 4.

Al mismo período, pertenece una obra aún vigente, conocida como la *Anatomía* de Gray (1858). Este texto inauguró un estilo técnico en la representación del cuerpo humano, muy distante de las reproducciones anatómicas artísticas y dotadas de vida, propias del Renacimiento. Los grabados que Henry Vandike Carter realizó para el libro consisten en representaciones parciales del cuerpo tratado como objeto de estudio; técnicamente correctas, pero carentes de vitalidad y sin impronta artística (Barrow: 2010: 213-214). La representación apoyada en diagramas, tendiente a privilegiar las partes a expensas del todo, aún predomina en temas de botánica, zoología y anatomía.

Los manuales de ciencias naturales, siguiendo la tradición de los naturalistas, se han valido del valor descriptivo y explicativo del dibujo, reproducido por medio de grabado, desde sus orígenes. Se sabe que manuales franceses de la disciplina se incorporaron imágenes desde 1849. El primer manual de Historia Natural en lengua española, escrito por el naturalista Manuel Galdo López, incluyó por primera vez una ilustración en su edición de 1860 y cinco años más

tarde contaba con 341 ilustraciones<sup>17</sup>. Se trataba de silueteados en negro o dibujos coloreados a mano, acompañados por una nota al pie cuya función era rotular el objeto expuesto o detallar sus partes. Estas representaciones, obtenidas de ejemplares de la colección del Gabinete de Historia Natural del Instituto del Cardenal Cisneros de Madrid, servían para aclarar el texto principal y no respondían a un fin estético.



Figuras 2.1 y 2.2: El grabado de la izquierda pertenece a la obra de Vesalius y constituye un ejemplo de la ilustración naturalista. El grabado de la derecha, tomado de la *Anatomía* de Gray, ejemplifica la representación técnica y fragmentada del cuerpo humano que se instala a partir del siglo XIX (Fuente: Barrow: 2009).

En la Argentina, a partir de los años treinta y hasta mediados de los sesenta, los manuales abundaban en grabados de estilo más bien técnico, sin color, que seguían la línea de las ilustraciones de Galdo López. En algunas ediciones se intercalaban láminas a todo color referidas a algunos temas del programa. El material visual incorporado a estos textos era obra de un ilustrador que trabajaba para la publicación o se recurría a reproducciones de la obra de dibujantes reconocidos.

<sup>17</sup> La información acerca de las ediciones históricas de los manuales de ciencias naturales fueron extraídas de las bases de datos del Proyecto Manes [www.uned.es/manesvirtual/portalmans.html](http://www.uned.es/manesvirtual/portalmans.html) [sitio consultado en abril de 2012]

Hasta mediados del siglo XX, la práctica de ilustrar los libros de Ciencias Naturales es heredera de la comunicación didáctica de la ciencia desarrollada en el siglo XIX. El estilo que advertimos en estos manuales se acerca a una modalidad técnica y se aleja de la influencia artística que había orientado la representación anatómica y botánica renacentistas. Los organismos aparecen fragmentados en partes y los dibujos y esquemas están destinados, en su mayoría, a mostrar cómo son las estructuras orgánicas de las plantas, los animales o los seres humanos. Para ello, bastan dibujos técnicos que aparecen como el complemento de minuciosas descripciones verbales.

A partir de 1965, si bien aún predomina el mismo estilo ilustrativo, se hace manifiesta la necesidad de acompañar la explicación escrita con mayor cantidad y mejor calidad de imágenes. En algunas ediciones la preocupación estética se refleja en dibujos artísticos que recuperan la tradición naturalista. Los avances tecnológicos de los que hemos hablado hicieron posible la incorporación del color en dibujos, esquemas y microfotografías y en algunas ediciones se popularizaron las fotografías que empezaban a sustituir a los dibujos.

Desde los '80, a instancias del progreso informático, en conjunción con el crecimiento de la industria editorial y a la influencia de los medios de comunicación masiva, comenzaba a perfilarse un cambio en el empleo del modo visual que excedería la intención ilustrativa de carácter científico-pedagógico y se delinearía como un fenómeno de mayor complejidad.

En los libros de los '90 se profundizan estas tendencias, especialmente en la etapa de *boom* editorial que coincidió con la implementación de la Reforma Educativa (1993-1995). La didáctica enfrentaba problemas inéditos: el entrenamiento en nuevas formas de acceso a la información, el aumento exponencial de los datos, la modificación de los modos de ver y leer a partir del empleo de nuevos lenguajes, el conflicto entre formas tradicionales de comunicación, que jerarquizaban la palabra escrita y formas nuevas alentadas por los soportes audiovisuales e interactivos.

La irrupción de estos problemas en la escena educativa obligó a explicitar algunos criterios sobre el empleo de lo visual. Un documento ministerial<sup>18</sup> de la época subdivide las funciones de los materiales audiovisuales en dos grupos: a) referidas a aspectos intelectuales y b) referidas a aspectos afectivos. En el plano cognitivo se destaca el potencial del discurso audiovisual para captar del interés, reconstruir la realidad, acceder a información y verificar una idea. En el plano afectivo, se mencionan el impacto estético de las imágenes, el estímulo de la atención, la inducción de comportamientos, la comprensión de procesos secuenciales.

---

<sup>18</sup> Véase Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, "La selección y el uso de materiales para el aprendizaje", 1997: 16)

También en la década de 1990, se tornan gravitantes en la escena de la producción de manuales, los profesionales del diseño en comunicación visual. Esta disciplina, originada hacia 1920 y orientada más tarde -bajo la influencia de la psicología, la sociología, la lingüística y la comercialización- al logro de la comunicación eficaz, tomó un nuevo giro cuando se extendió el empleo de herramientas digitales.

Definido como “la acción de concebir, programar, proyectar y realizar comunicaciones visuales, producidas en general por medios industriales y destinadas a transmitir mensajes específicos a grupos determinados” (Frascara, 2011: 24), el diseño en comunicación tiene dos desarrollos específicos: el *diseño de información*, encargado de procesar y presentar información verbal y no verbal con énfasis en la estructuración lógica de los conceptos y atendiendo a los procesos cognitivos del destinatario, y el *diseño para educación* cuyo propósito es ayudar al desarrollo del individuo mediante el estímulo de la reflexión individual y colectiva (121 y ss.).

El diseño recupera la preocupación estética, en la medida en que ésta puede generar atracción o rechazo en el primer contacto del observador con el mensaje, en que afecta la extensión del tiempo perceptual dedicado al texto y ayuda a memorizar la información (Frascara, 2011, 76 y ss.). Por otro lado, el objetivo central del diseño es la generación de un acto comunicativo, por lo tanto la relación entre los elementos visuales debe servir a la interacción mensaje-destinatarios.

En los manuales se verá la búsqueda de este equilibrio entre comunicación y estética. Expresiones como “atractivas imágenes” (Barderi et al., 1995: 2) o “fijar información de una manera clara y sencilla” (Bachrach et al., 1997: 11), referidas al valor del modo visual, dejan ver la preocupación de los autores por lograr textos comunicativamente eficaces, pero también pone en evidencia una clara conciencia acerca del doble valor del modo visual como portador de información relevante para la disciplina y como foco de captación de la mirada.

\*\*\*\*

## **Síntesis**

En este capítulo se han explorado los factores contextuales que determinan la configuración del manual y que influyeron, en el lapso estudiado, para que se adoptaran nuevos y cada vez más complejos recursos de representación visual.

En primer lugar, la estructura de género de los manuales se modificó en respuesta a diferentes modelos didácticos. El pasaje de un paradigma conductista, a un modelo del

descubrimiento y finalmente a la concepción constructivista modificó el rol de las imágenes que pasaron de ser el complemento descriptivo del texto escrito y el sustituto de la observación directa a cumplir funciones estratégicas vinculadas con la motivación del interés y la participación de los destinatarios en la construcción del conocimiento.

En segundo lugar, la revolución de las tecnologías de la comunicación en el siglo XX incidió en los hábitos de lectura y en el vínculo de los adolescentes con la información. En este contexto, el modo visual se volvió un recurso clave para la producción de textos atractivos, destinados a imponerse frente a los medios audiovisuales para ganar la atención de sus destinatarios.

En tercer lugar, el desarrollo de los medios de producción y reproducción de imágenes redujo los costos de edición e impresión, al tiempo que posibilitó la producción de imágenes más complejas en recursos y la compaginación más libre de texto escrito y figura. A esto se sumó el crecimiento de la industria editorial, que hizo de los manuales objetos de consumo cuyo diseño constituía un valor agregado para la competencia.

Finalmente, en tanto son materiales recontextualizados, los manuales reproducen la tradición iconográfica de las ciencias naturales. El período que estudiamos se caracteriza por una continuidad de la representación esquemática y más bien abstracta de la ciencia del siglo XIX. No obstante, a partir de 1965, resurge una preocupación estetizante, facilitada por los medios técnicos, que se manifiesta inicialmente en el uso extensivo del color y en el aumento del número y la diversidad de las figuras. A partir de los años '90, la intervención del diseño profesional, potenciado por la producción informática, dota al modo visual de nuevos recursos semióticos y le asigna nuevas funciones en la representación del conocimiento y en la interacción de los destinatarios con el texto.

### III

## Transformaciones en los recursos de representación

Construyendo los objetos de estudio



Fuente: Seba, *Cabinet of Natural Curiosities*, p. 50

Gerard Blasius, en su libro *Anatome Animalium* (1681), dedica una lámina a cada especie. En ella incluye representaciones del esqueleto, de los resultados de un examen anatómico y del animal en su entorno natural.

## Capítulo III

# Transformaciones en los recursos de representación

### Construyendo los objetos de estudio

En este capítulo se describen las transformaciones experimentadas por las estructuras de representación visual que construyen los objetos de estudio. Dos factores inciden en estos cambios.

Por un lado, la representación de los temas que se enseñan está mediada por enfoques epistemológicos que sustentan el discurso de los manuales en cada período, así como por la introducción de distintas teorías originadas en el desarrollo histórico de la disciplina. En el lapso que estudiamos, incorporaron contenidos referidos a la teoría celular, a la teoría de la evolución, a la genética y a la ecología. Así, el predominio de diferentes tipos de representaciones se vincula, en parte, con cambios experimentados en la historia de la biología. En este sentido, el relevamiento y el análisis de las representaciones cobran importancia para la alfabetización en ciencia porque permite pensar las imágenes como construcciones que reflejan teorías y no como reproducciones transparentes de la experiencia.

Por otro lado, los cambios en las representaciones también se deben al desarrollo del diseño en comunicación y a la multiplicación de recursos provistos por programas informáticos. La conjunción de ambos factores lleva a un empleo profesional de recursos semióticos en función de objetivos de economía, claridad y valor estético. Como consecuencia de estos cambios las imágenes crecen en diversidad y en complejidad. En el lapso estudiado se registra un incremento de representaciones articuladas que permiten visualizar en forma simultánea distintas dimensiones de los objetos de estudio. Esta tendencia demanda la activación de un tipo de lectura diferente de la que proponen los manuales centrados en la escritura. En este sentido, el relevamiento de recursos que se lleva a cabo en este capítulo también está destinado a ofrecer instrumentos para la alfabetización visual en el contexto de la escuela.

En la primera parte del capítulo profundiza la descripción del instrumento de análisis, que es el concepto de *representación*, estructura mediante la cual se realizan los significados experienciales (Kress y van Leeuwen, 1996: 56). Se describen las características esenciales de las representaciones más frecuentes en el discurso en estudio y se aplican a casos de la muestra.

En la segunda parte, se describen, a partir de la tipología propuesta por la Gramática visual, las estructuras de representación predominantes en cada etapa, atendiendo a los significados que construyen y a los recursos semióticos que los realizan.

Finalmente, se sintetizan los resultados y se añade una tabla que sistematiza las representaciones predominantes en cada período. En ella se incorporan nuevos tipos de representaciones que corresponden a significados frecuentes en el campo de la biología.

## 1. Las representaciones en la Gramática del diseño visual

La organización de los recursos que realizan el significado experiencial se denomina *estructura representacional* (Kress y van Leeuwen, 1996: 56 y ss.). El concepto se refiere a cómo se presentan, en una representación visual, los objetos y las relaciones que entre ellos se establecen. Se proponen dos tipos de estructuras representacionales según el tipo de acciones o *procesos* que realizan: *conceptuales* y *narrativas*. Las primeras muestran a los participantes según su clase o su estructura, es decir, llevan a cabo *procesos* de clasificación y de descripción de rasgos y de estructuras. Las segundas realizan diferentes *procesos* que involucran a uno o más *participantes* en acción. Dentro de cada grupo, el modelo distingue subtipos de representaciones.

A continuación se describen y ejemplifican los subtipos de representaciones *conceptuales* y *narrativas* que tienden a aparecer en el discurso en estudio:

### 1.1. Representaciones conceptuales

Pueden realizar los siguientes tipos de procesos:

*Procesos de clasificación*: establecen vínculos entre participantes a partir de una taxonomía. Uno de los participantes funciona como elemento *supraordinado* (*superordinate*)<sup>1</sup>, corresponde a una categoría general o clase que incluye otros participantes *subordinados*. Estas relaciones pueden abarcar varios niveles de ordenamiento. La diferencias jerárquicas entre clase

---

<sup>1</sup> El término *superordinate* no tiene un equivalente en español. Adoptamos *supraordinado* de Leborg (2014) quien lo aplica a una relación jerárquica entre elementos visuales. El término designa un 'nivel superior' y se complementa con la pal

abra '*subordinado*'.

y subclase, así como la pertenencia de varios elementos a un mismo nivel de la clasificación son marcadas visualmente por medio de diferentes recursos de *modalidad* (nivel de detalle, profundidad, color) o de *composición* (distribución espacial, énfasis, encuadre). Además, en algunas representaciones, se introducen títulos que explicitan las relaciones entre los participantes. En el siguiente ejemplo se clasifican bacterias por su forma. Se utiliza una tabla encabezada por el *participante supraordinado* (bacteria). En cada columna aparece la denominación de un *participante subordinado* (tipos de bacterias), un esquema que representa la morfología y una descripción que lo completa. La disposición, paralela y horizontal, de los elementos subordinados permite además comparar las formas que los diferencian (fig. 3.1.).

GRUPOS MORFOLÓGICOS DE BACTERIAS			
COCOS	BACILOS	ESPIRILOS	VIBRIONES
			
Forma esférica. Ejemplo: el meningococo, causante de la meningitis.	Forma alargada, elíptica. Ejemplo: el bacilo de Koch, responsable de la tuberculosis.	Forma helicoidal o espiralada. Ejemplo: <i>Treponema pallidum</i> , causante de la sífilis.	Forma de bastón corto y encorvado. Ejemplo: el vibrión del cólera.

Figura 3.1.: Proceso clasificatorio (Aristegui, R. et al, 1997:154)

*Procesos analíticos*: presentan relaciones de parte-todo. Involucran un *portador* (el todo) y *atributos* (las partes). En biología, este tipo de procesos es utilizado para mostrar la composición de los organismos. Tienden a destacar solo los atributos esenciales y por tal razón suelen prescindir de profundidad o de un gran despliegue cromático, es decir, se realizan como esquemas. Kress y van Leeuwen distinguen varios subtipos de procesos analíticos. En el corpus que estudiamos son relevantes: a) los procesos *desestructurados*, b) los *exhaustivos*, d) los *inclusivos* y e) los *topológicos*.

- a) *Procesos analíticos desestructurados*: se representan los *atributos*, pero no el *portador*. En el ejemplo 3.2. se exhiben los apéndices de un langostino para que el observador los vea en detalle, los compare y pueda imaginar sus funciones. La representación completa del langostino se ha incluido en una página anterior.

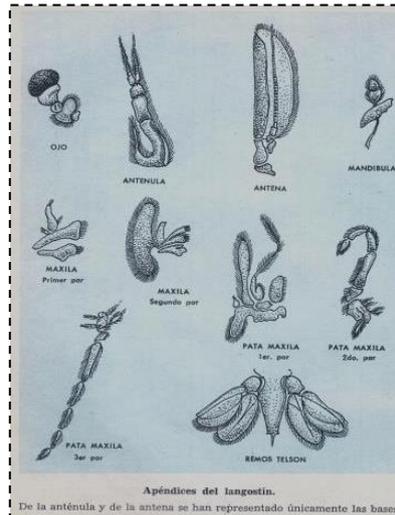


Figura 3.2. Proceso analítico desestructurado  
(Dembo, 1971:52)

- b) *Procesos analíticos exhaustivos*: caracterizados por una dimensión espacial, representan a un *portador* con la totalidad de sus *atributos*. La exhaustividad consiste en mostrar una cantidad de atributos o partes que den cuenta, convencionalmente, de la totalidad del portador, sin dejar espacios en blanco. Se los utiliza para detallar las estructuras de organismos, órganos o tejidos. En la figura 3.3., el esquema de la derecha que representa el corazón es un ejemplo de este tipo de representación: el *portador* (*corazón*) es representado en forma exhaustiva con sus cavidades, arterias y venas, y no se sugiere la posibilidad de que existan otros componentes, aunque el observador sabe que los hay.
- c) *Procesos analíticos inclusivos*: representan solo algunos atributos del portador. Por lo general se trata de representaciones esquemáticas, que omiten rasgos o partes a expensas de los que se desean destacar. La omisión se hace evidente porque quedan espacios vacíos. En la figura 3.3., el esquema de la izquierda es un ejemplo de este tipo de representación: se muestra una silueta del cuerpo humano con un detalle del sistema circulatorio y se omiten los restantes sistemas.

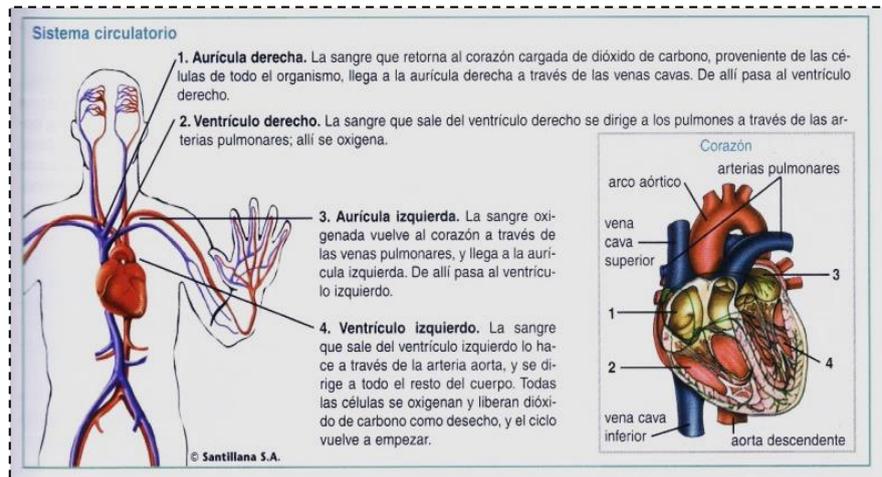


Figura 3.3. Procesos analíticos inclusivo y exhaustivo (Aristegui et al, 1997:217)

- d) *Procesos analíticos topológicos*: representan modos particulares de conexión entre participantes, por ejemplo de adyacencia, inclusión, causalidad. Son ejemplos de estos procesos, en el discurso que estudiamos, los esquemas que reproducen sistemas o que interrelacionan conceptos. La figura 3.4. constituye un *proceso topológico* en la medida en que reproduce relaciones de acción y reacción. Muestra cómo funciona una actividad refleja, vinculando la recepción del estímulo, la intervención de neuronas sensitivas y motoras y la aparición del reflejo en el músculo.

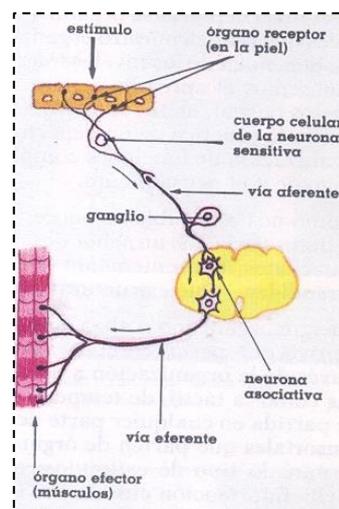


Figura 3.4.. Proceso topológico  
(Lacru, Rubel y Guahnon, 1990:155)

## 1.2. Representaciones narrativas

*Procesos transactivos:* se trata de acciones llevadas a cabo por un *participante agente* que afectan a otro *participante meta*. Los recursos que permiten realizar este tipo de procesos son volúmenes y vectores que marcan la dirección de la acción desde un participante hacia otro. En los textos que estudiamos este tipo de procesos muestra la intervención humana (fig. 3.5) o relaciones entre organismos (fig. 3.6.)



Figura 3.5. Proceso transactivo: científicos extraen suero de un ofidio (González y Rivas, 1987:121)



Figura 3.6. Proceso transactivo: polinización (González y Rivas, 1987:177)

*Procesos no transactivos:* se caracterizan por tener un solo participante cuya acción no está dirigida a una meta. Son equivalentes a los verbos intransitivos. En el discurso de la biología muestran conductas de los animales vinculadas con funciones como la locomoción, la nutrición, etc. (fig. 3.7).



Figura 3.7: Proceso no transactivo: ave volando (Dutey y Nocetti, 1987b:55)

*Procesos de conversión:* consisten en cadenas de procesos transaccionales. Representan eventos naturales de tipo cíclico (*ciclo de la materia y la energía, ciclos del agua*). Los

participantes protagonizan transformaciones: un *participante meta* de una acción, es el *agente* en una acción subsecuente. A este participante intermediario se lo llama *relevo*. En la figura 3.8 se reproduce la circulación del fósforo en la cadena alimentaria, los participantes que lo transportan y lo transforman son *peces, aves, animales, río*.

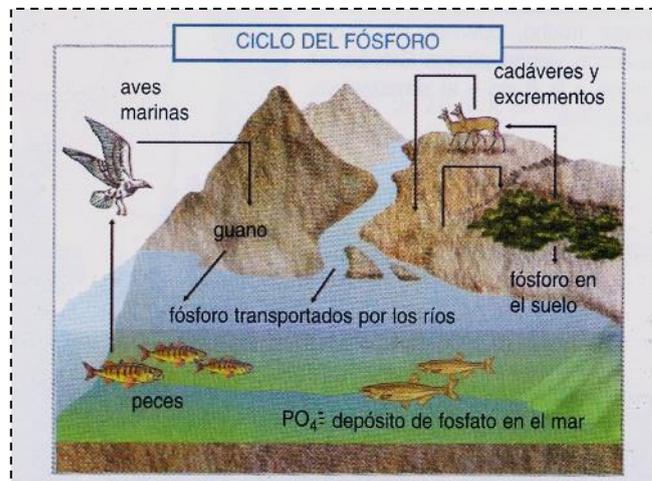


Figura 3.8: Proceso de conversión: ciclo del fósforo  
(Aristegui et al., 1997: 195)

Estas categorías de la Gramática visual no tienen límites claros, de modo que, en una misma representación pueden estar involucrados dos o más procesos (Kress y van Leeuwen, 1996: 97).

A las representaciones hasta aquí presentadas, y como resultado del presente análisis añadiré otros procesos que surgen de la necesidad de comunicar significados específicos de la biología. Los presentaré a partir de ejemplos extraídos de los textos de los tres períodos. Para cerrar el capítulo, serán incluidos en un cuadro que sistematice la totalidad de representaciones registradas en el corpus.

A continuación se presenta, en sus niveles más generales, la clasificación sugerida por el modelo.

Tabla 3.1. Estructuras de representación según el modelo de Kress y van Leeuwen

Tipo de representación	Procesos que la realizan	Recursos visuales que realizan los procesos
<b>Conceptuales</b> (estado, clase)	<p><b>Clasificatorios</b> (participante supraordinado-participante subordinado)</p> <p><b>Analíticos</b> (portador-atributo)</p> <p>-desestructurados: atributos sin portador</p> <p>-exhaustivos: todos los atributos del portador</p> <p>-inclusivos: algunos atributos del portador</p> <p>-topológicos: relaciones lógicas</p>	<p>-árboles</p> <p>-tablas</p> <p>-orientación vertical u horizontal</p> <p>homogeneidad de formas, tamaños, colores, encuadres</p> <p>-conjunto partes separadas</p> <p>-participante/ partes</p> <p>-participante /algunas partes</p> <p>-participantes conectados entre sí</p>
<b>Narrativas</b> (acción)	<p><b>Transactivos</b> (participante-proceso-meta)</p> <p><b>No transactivos</b> (participante-proceso)</p> <p><b>Conversión</b> (participante como <i>meta</i> de un proceso y <i>agente</i> del proceso siguiente)</p>	<p>-volumen-vector-volumen</p> <p>-volumen- vector</p> <p>-volúmenes en cadena</p> <p>-líneas de relevo (indican un cambio o reemplazo)</p>

## 2. Análisis de las representaciones

### 2.1. Primer período: 1965-1978

En los libros de esta etapa subyace un enfoque organicista de la biología, complementado por la visión que deriva de la teoría celular (Herrero Uribe, 2006:400). Según el organicismo, los organismos constituyen un todo conformado por distintos niveles de complejidad que se estudian por separado (*moléculas, células, tejidos, órganos, organismos, poblaciones,*

*especies*)<sup>2</sup>. Por otra parte, la teoría celular inaugura la idea de que los organismos no son un todo indivisible, sino que son compuestos hechos de células que tienen una doble naturaleza: una individual, como organismos que poseen los atributos esenciales de la vida y otra como partes integrantes de un organismo mayor. Los manuales reproducen estas concepciones en el modo de organizar y presentar los contenidos. Para explicar la dinámica de vida de un organismo se descomponen y describen minuciosamente sus partes constitutivas y se explica el funcionamiento de las células y los órganos.

Esta mirada sobre el objeto de estudio se traduce en el predominio de algunos tipos de representaciones visuales. En efecto, en las tres disciplinas que abordan los libros de esta etapa, el estudio de los seres vivos se organiza por medio de la *morfología*, dedicada a describir formas y estructuras externas e internas, la *fisiología* centrada en el funcionamiento de los órganos y la *taxonomía*<sup>3</sup>, que se ocupa de la clasificación de los seres vivos a partir de la comparación de semejanza y diferencias morfológicas.

La representación de la morfología se traduce en detalladas descripciones verbales y en figuras que acercan al lector a una observación exhaustiva de los objetos de estudio. De este modo, se privilegian las representaciones de parte-todo mediante procesos *analíticos exhaustivos* o *inclusivos*. Se ‘desarman’ los organismos o sus partes constitutivas en procesos *desestructurados* que muestran en detalle componentes menores de un cuerpo o de un órgano. La modalidad de representación más utilizada para lograr este tipo de descripciones es el esquema.

El abordaje *fisiológico* es acompañado por explicaciones verbales y representaciones visuales que muestran la ocurrencia de procesos. En estos casos se utilizan esquemas que realizan procesos *narrativos*.

Finalmente, para representar taxonomías, se recurre a procesos *clasificatorios*. En esta etapa, las clasificaciones, se realizan verbalmente organizadas en cuadros sinópticos o en tablas.

---

<sup>2</sup> A la visión organicista la había precedido una concepción mecanicista reduccionista, que influyó en la biología hasta avanzado el siglo XX. El mecanicismo limitaba el estudio de los organismos a la determinación de las propiedades físicas y químicas de los niveles inferiores de organización. Con el organicismo se inaugura la idea de que los niveles inferiores están conformados por unidades que se integran para dar lugar a un nivel superior, pero en este aparecen propiedades nuevas o emergentes que no se encontraban en el nivel anterior. Las leyes físico-químicas solo explican algunos de los niveles. En manuales anteriores al período estudiado, aún persisten concepciones mecanicistas. Para una explicación de los enfoques epistemológicos que marcaron el desarrollo de la biología hasta entrado el siglo XX véase Mayr (1998).

<sup>3</sup> En tanto *taxonomía* refiere al ordenamiento de los organismos en niveles, el término *sistemática*, también incorporado en los manuales, contempla la clasificación por diferencias y similitudes de los organismos como consecuencia de su historia evolutiva.

### 2.1.1. Representación de la morfología

En la figura 3.9 se utiliza una representación de proceso *analítico exhaustivo*. En ella se detalla la estructura ósea de la cabeza humana. El *portador* es la cabeza completa y los *atributos*, destacados mediante los trazos del dibujo y el cambio de color, son los distintos huesos que componen el cráneo y la cara.

Al mismo tiempo, el dibujo de la cabeza orienta la observación de otro grupo de representaciones, diseminadas a lo largo del capítulo, que exhiben cada hueso en forma individual (figura 3.10.). Aunque estos dibujos están separados entre sí, pueden considerarse una única representación *desestructurada*, es decir un conjunto de *atributos* separados cuya pertenencia a un mismo elemento es indicada por la elección del mismo color (amarillo). La distribución aleatoria de dibujos que son parte de una misma representación es muy frecuente en los libros de esta etapa. Por un lado, el número de imágenes incluidas por cada elemento presentado impide concentrarlas en un espacio reducido y por otro lado, se cuenta con el texto escrito que orienta la observación de las figuras.

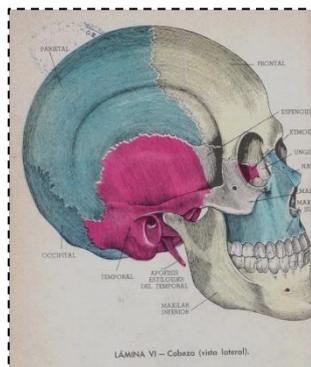


Figura 3.9: Proceso analítico exhaustivo  
(Dos Santos Lara, 1965a:64)

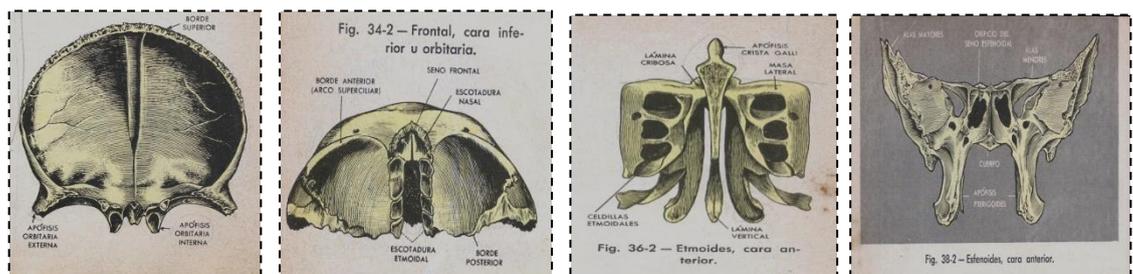


Figura 3.10: Proceso analítico desestructurado (Dos Santos Lara, 1965a:65-68)



Figura 3.11: Proceso analítico inclusivo  
(Dos Santos Lara, 1969b:141)

Otras representaciones están destinadas a destacar atributos específicos de un organismo. Se trata de *procesos inclusivos* que solo incluyen algunos rasgos significativos para la explicación. La selección es indicada por rótulos que introducen la denominación técnica de cada elemento identificado. En la figura 3.11. se representa la distribución de los pétalos en un tipo de corola que corresponde a la flor de la madreelva.

El interés por detallar la morfología de los organismos se traduce en un subtipo de representación que agregaremos a la tipología de la gramática visual como un *proceso analítico comparativo*. Se realiza por medio de la yuxtaposición de figuras de dos o más objetos de la misma clase, que difieren entre sí por algunos de sus rasgos. Los *participantes* que se comparan son distribuidos en forma paralela y equidistante, comparten características como la técnica de realización (fotografía, dibujo) o un color predominante y las diferencias radican en algunos de los *atributos*. La comparación de organismos es un procedimiento que precede a la construcción de taxonomías y es habitual en Biología. Se comparan morfologías y funciones, que se vinculan a cambios adaptativos en el marco de la teoría de la evolución. Así, en los manuales, se incluyen imágenes que comparan la simetría del cuerpo, las regiones corporales, la conformación del esqueleto, los sistemas orgánicos, las funciones vitales.

En la figura 3.12 se exponen tres cortes de distintos tipos de huevos, que corresponden a los *participantes* contrastados. Los recursos que expresan el *proceso comparativo* son: el ordenamiento horizontal de las tres las imágenes y la uniformidad del color. Los *atributos* comparados son: el tamaño, la forma y las partes constituyentes, señaladas mediante rótulos.

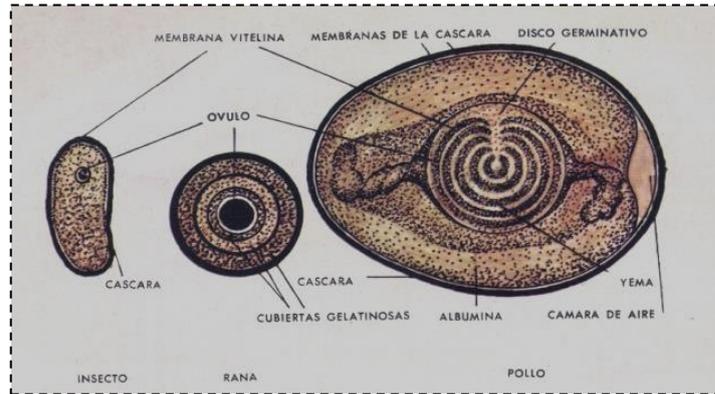


Figura 3.12: Proceso analítico comparativo: cubiertas protectoras de huevos (Dembo, 1971: 158)

### 2.1.2. Representación de taxonomías

La taxonomía o sistemática es un procedimiento intrínseco a la construcción del conocimiento en biología. Se trata de agrupar individuos, a partir del mayor número de características comunes en categorías que integran un sistema jerárquico. De este modo los organismos son agrupados e incluidos sucesivamente en *especies*, *géneros*, *familias*, *órdenes*, *clases* y *reinos*.

En los textos de Botánica y Zoología de este período los criterios de clasificación aplicados a plantas y animales organizan el desarrollo de gran parte de los contenidos. Esta organización se basa en una agrupación de organismos por rasgos morfológicos. Más allá de algunos cuadros sinópticos, se registran pocas representaciones visuales que desplieguen estas clasificaciones.

TIPOS	APARATO RESPIRATORIO	NÚMERO DE PATAS	CLASES
ARTROPODOS	Branquias (acuáticos)	variable	Crustáceos
	Tráqueas (aéreos)	más de 4 pares	Miriápodos
		4 pares	Arácnidos
		3 pares	Insectos

CANGREJO      SALTAMONTES      ARARA      QUILOPODOS  
CRUSTACEOS      INSECTOS      ARACNIDOS      CIEMPIES

Figura 3.13: Proceso clasificatorio (Dembo, 1971: 227)

La figura 3.13 presenta una categoría de animales y la subdivide según la respiración y el número de patas. El *participante supraordinado* es una subcategoría de *animales pluricelulares* y está representado verbalmente. Los *participantes subordinados* son las cuatro clases que se destacan con negrita en la columna de la derecha (*crustáceos*, *miriápodos*, *arácnidos*, *insectos*). Los dibujos son ejemplos de cada clase.

### 2.1.3. Representación de la fisiología

En esta etapa se incluyen detalladas explicaciones de la dimensión fisiológica, tanto en el nivel de las células y los tejidos, como en el nivel de los órganos y de los sistemas que estos integran. Las representaciones visuales que acompañan estas explicaciones corresponden a *procesos* realizados secuencialmente que reproducen al participante en diferentes pasos o etapas. Se trata de esquemas que despliegan detalladamente la realización de una acción por parte de un participante. Pueden implicar movimiento (fig. 3.14) o cambios de forma (figuras 3.15 y 3.16).

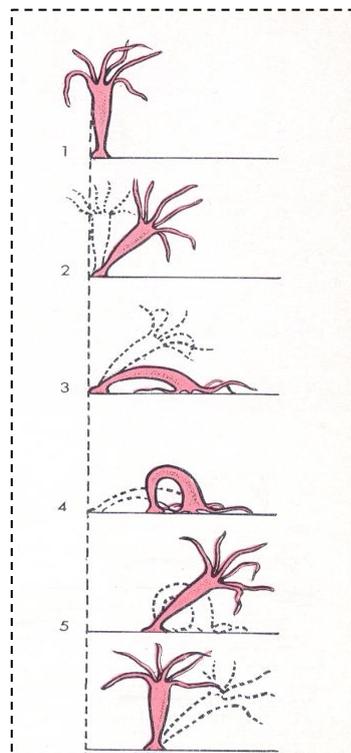


Figura 3.14: Proceso narrativo: locomoción de una hidra  
(Dos Santos Lara, 1971c:31)

En la figura 3.14 se muestra la función de locomoción en una hidra. El esquema reproduce la idea de movimiento mediante una secuencia de imágenes del mismo *participante* en distintas posiciones y una silueta punteada, que ayuda a recordar la posición previa y simula movimiento. Además, el contraste entre ambas siluetas y entre cada dibujo de la secuencia introduce la noción de espacio. Los números que identifican cada paso de la secuencia establecen el orden de la observación.

Siguiendo la clasificación propuesta por Kress y van Leeuwen, este tipo de representaciones pueden considerarse *procesos narrativos* en la medida en que presentan participantes en acción. Sin embargo, la categoría no es suficiente para caracterizar los significados asociados a la fisiología tal como se manifiestan en el corpus. Por lo tanto, sugiero la subcategoría de *procesos narrativos secuenciales*, para incluir las representaciones en las que se muestran las funciones de organismos, órganos y tejidos (*locomoción, nutrición, división celular, etc.*) mediante un despliegue de etapas. Se distinguen por la presencia de uno o más participantes cuyas acciones se desdoblán en cuadros fijos y conforman una secuencia. El desdoblamiento de la acción principal en cuadros implica la incorporación de significados que completan la presentación del fenómeno: el espacio, el movimiento, el cambio de forma.

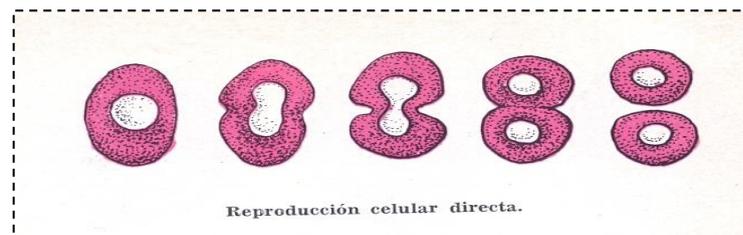
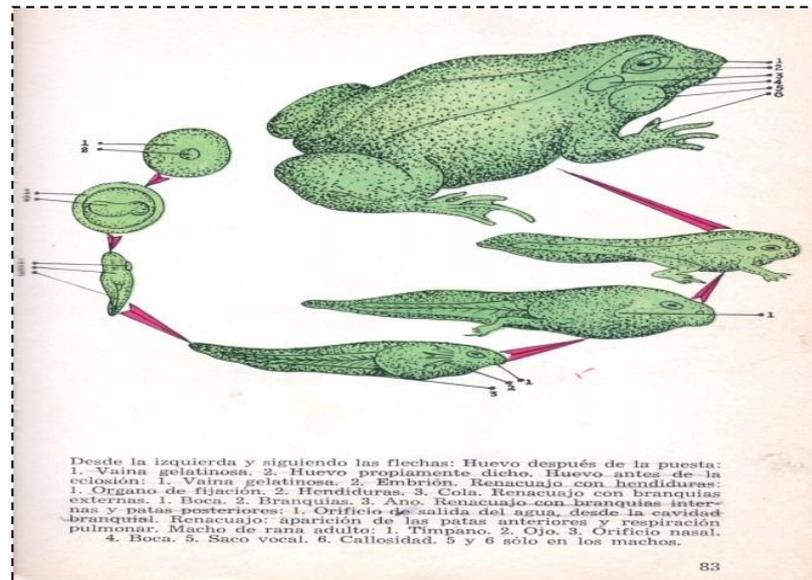


Figura 3.15. Proceso narrativo secuencial: reproducción celular (Dembo, 1971: 145)

La figura 3.15 presenta una forma de reproducción celular. En este caso la representación es de modalidad abstracta, es decir se han omitido detalles de la apariencia de la célula para destacar el cambio de forma. La secuencia se ordena de izquierda a derecha y reproduce, en cinco pasos, sin numeración ni denominación, estadios de la división. En la progresión narrativa se advierte cómo un *participante* (*célula*), con un único *atributo* (*núcleo*) se estrangula hasta convertirse en dos *participantes* idénticos al original.



3.16. Proceso narrativo secuencial: ciclo biológico de un organismo  
(Dembo, 1971:83)

La figura 3.16 muestra el ciclo biológico de una rana. El *participante* es presentado en estadios sucesivos de transformación (*huevo, renacuajo y rana adulta*). Los *atributos* que ponen de manifiesto la metamorfosis son destacados por referencias numéricas y son enumerados verbalmente. La imagen solo muestra el cambio de forma en el proceso de crecimiento, en tanto el texto verbal explica la diferencia entre la respiración branquial y la pulmonar que permite a los batracios pasar del medio acuático a respirar el aire atmosférico.

En suma, el período se caracteriza por el predominio de representaciones *analíticas* destinadas a mostrar la morfología de tejidos, órganos y organismos. A estas realizaciones, le siguen en importancia las de procesos *narrativos* que reproducen significados relacionados con el funcionamiento de los organismos. Para mostrar relaciones taxonómicas se utilizan tablas en las que predomina el modo verbal y a las que se añaden dibujos con función ilustrativa. Las representaciones visuales se presentan bajo la forma de figuras aisladas que complementan los textos verbales (véase capítulo 6).

## 2.2. Segundo período: 1979-1994

En este período se adopta una perspectiva ecológica. El nuevo enfoque estudia las interacciones de los organismos con su ambiente físico y entre sí. Aparecen conceptos como *ecosistema*, *población*, *comunidad*, *cadena trófica*, que son definidos verbalmente y representados visualmente.

Junto a las nuevas representaciones, se siguen utilizando los *procesos analíticos* que muestran externa e internamente a los organismos y que detallan la morfología de órganos y tejidos y los *procesos narrativos*, que reproducen funciones. Sin embargo, a diferencia del período anterior, en el que los esquemas se componen con imágenes únicas, se empiezan a ver representaciones complejas, que involucran más de un proceso y que combinan la exhibición de estructuras con la clasificación o con el desarrollo de eventos o acciones.

Mostraremos, en primer lugar, las representaciones asociadas a la introducción de conceptos ecológicos y, en segundo lugar analizaremos la tendencia a articular significados mediante la combinación de procesos.

### 2.2.1. Representaciones de sistemas

La perspectiva ecológica implica considerar las relaciones entre los organismos y el medio e implica la adopción de un enfoque sistémico. Los ambientes naturales son sistemas en tanto constituyen objetos complejos, integrados por partes que se interrelacionan de modo tal que el objeto se comporta como una unidad y no como un mero conjunto de elementos (Bunge, 1997). Un sistema es el resultado de cada uno de sus componentes y de las interacciones que se establecen entre los mismos y su entorno. Además, tiene leyes propias y su comportamiento se ve afectado por la sustitución o eliminación de algún componente. Ambas características se verifican en los biosistemas. Las interacciones que los definen suelen representarse mediante *procesos topológicos*.

Para explicar los nuevos conceptos se incorporan esquemas en los que predominan *procesos topológicos* y *narrativos de conversión*. En algunos manuales, se incluyen gráficos que añaden información cuantitativa relevante para la comprensión de las dinámicas poblacionales.

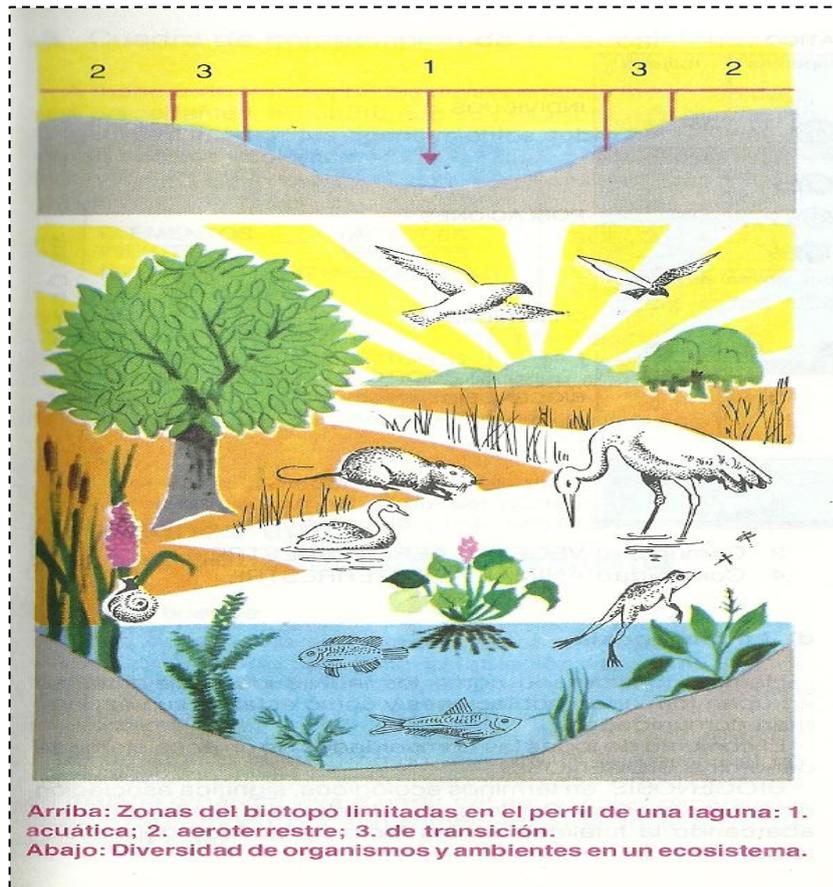


Figura 3.17: Procesos topológico y analítico inclusivo (González y Rivas, 1985:3)

La figura 3.17 presenta un *proceso topológico* y subordinado a este, un *proceso analítico inclusivo*. Mediante el primero se delimitan las zonas contiguas que componen un *ecosistema* (laguna y adyacencias), noción que integra los organismos y el ambiente físico en el que estos habitan (Curtis, 1985: 1041). El ambiente es representado mediante un corte esquemático en el que se distinguen tres medios separados por colores: acuático, aeroterrestre y de transición. Las líneas rojas delimitan los tres sectores con referencias numéricas. La comprensión del esquema se completa cuando se recurre a la lectura del texto en el que se explicitan las referencias.

El *proceso analítico* también reproduce el *ecosistema de la laguna*. El recurso que articula ambos procesos es el color: se reitera el gris para el medio terrestre, el azul para el medio acuático y el amarillo para el aéreo. En esta representación se incluyen, como *atributos*, los *componentes bióticos* del ecosistema, es decir los diversos organismos que lo habitan.

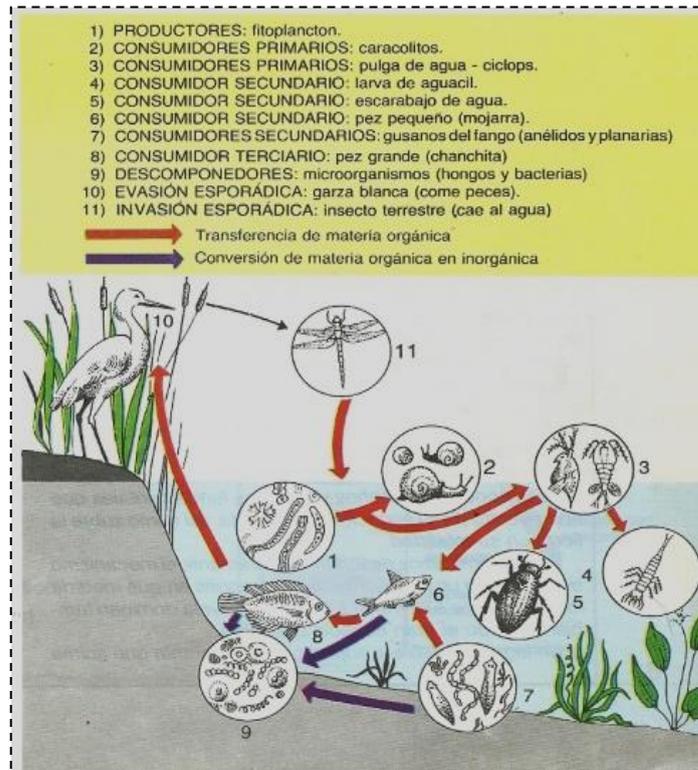


Figura 3.18: Proceso de conversión (González y Rivas, 1985:6)

La figura 3.18 muestra, mediante un *proceso de conversión*, la transferencia e intercambio de materia y energía. Las figuras representan un conjunto de organismos en interacción mediante vectores rojos, que indican la *transferencia* de materia orgánica y vectores violetas que indican la *conversión* de materia orgánica en inorgánica.

Asociado a estos significados, aparece el concepto de *cadena trófica*, es decir una secuencia de interacciones en la que una planta (*organismo que produce su propio alimento*) es consumida por un herbívoro, que a su vez es consumido por un consumidor secundario. El ordenamiento de esta cadena es representado por una secuencia numérica.

Las interrelaciones tróficas que existen entre los individuos de un ecosistema suelen representarse en diagramas de pirámide. La figura 3.19 constituye un *proceso topológico*, en la medida en que marca la relación de dependencia alimentaria entre los niveles de la pirámide, integrados por productores y consumidores de primer y segundo orden. El proceso añade otro significado al explicitar la cantidad de organismos productores en la base de la pirámide y la disminución de consumidores en la medida en que aumenta el nivel trófico.

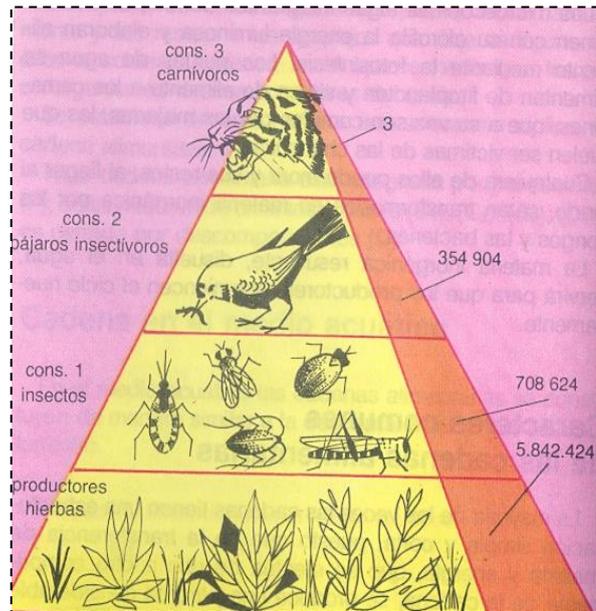


Figura 3.19: Proceso topológico  
(González y Rivas, 1985:132)

Para representar distintas propiedades que caracterizan a las *poblaciones* se recurre a gráficos. Estos también introducen *procesos topológicos* que ponen en relación información cuantitativa. El concepto de *población* define un grupo de organismos que pertenecen a una misma especie y comparten un lugar. El estudio de las poblaciones implica conocer sus patrones de crecimiento y mortalidad, la cantidad mínima estable de organismos que el ambiente puede sostener, la estructura por edades (Curtis, 1985: 1041 y ss.).

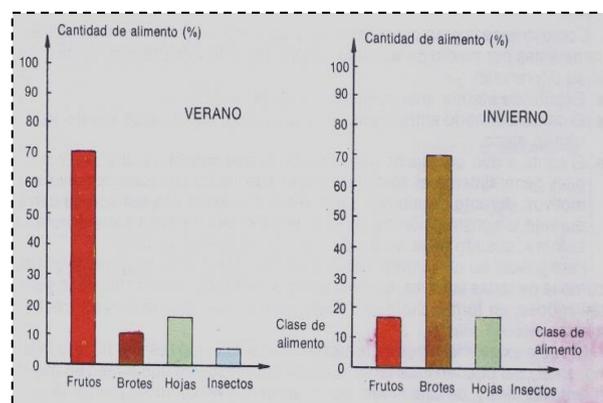


Figura 3.20: Proceso analítico dimensional: alimento consumido por un ave  
(Dutey y Nocetti b, 1987: 53)

El gráfico de barras de la figura 3.20 consiste en un *proceso topológico dimensional* que vincula 'cantidad de alimento' requerida por un ave con 'tipo de alimento'. A esta información

se le añade una tercera variable que es el período estacional (verano/invierno) en que se produce el consumo. La información provista por el gráfico incorpora uno de los factores que determinan la capacidad de carga de un ecosistema. En suma, la representación pone en evidencia la dinámica de los ecosistemas y enfrenta al lector con el abordaje cuantitativo que caracteriza a este tipo de estudio.

### 2.2.2. Representaciones complejas

A las representaciones simples que muestran la morfología, las funciones y la clasificación de organismos, características de la etapa anterior, se suman representaciones complejas en las que se pueden articular más de una figura y diferentes procesos.

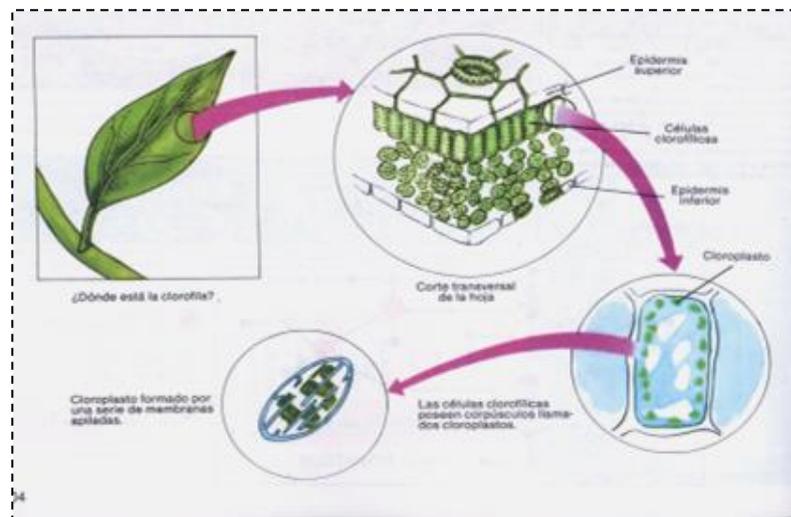


Figura 3.21: Proceso analítico de amplificación (Dutey y Nocettia, 1987: 104)

En la figura 3.21 se representa la estructura interna de una hoja como paso previo a la explicación de la fotosíntesis. Se lo puede clasificar como un *proceso analítico* cuyo portador es el *tejido* de la hoja y los atributos son las *células* que lo componen. Sin embargo, se diferencia de otros procesos que muestran estructuras porque se despliega mediante una secuencia de figuras que presentan niveles de observación. En efecto, la representación está compuesta por tres cortes esquemáticos sucesivos:

- el corte transversal de la hoja, en tres dimensiones, que ayuda a visualizar la conformación interna del tejido

- la forma de una *célula clorofílica* y la ubicación de los *cloroplastos* en su interior

-la forma y estructura de un *cloroplasto*, que los alumnos deben conocer para abordar el concepto de fotosíntesis.

El encuadre circular que delimita cada figura y los vectores que las conectan entre sí permiten interpretar que se reproducen visiones microscópicas de distinto aumento.

Este tipo de proceso, muy frecuente en biología, que refleja la observación en profundidad de una estructura mediante aproximaciones sucesivas, es difícil de encuadrar en las categorías propuestas por la Gramática visual. Por lo tanto, sugiero incluirlo en una subcategoría de los procesos analíticos, que denominaré *procesos de amplificación*. Representan la exhibición, en sucesivos niveles de profundidad, de un *elemento portador* del cual se amplía un detalle, que es señalado como *atributo* mediante un encuadre especial (se suele utilizar el círculo que reproduce el microscopio). En un segundo paso, el *atributo* se convierte en *elemento portador*, y a partir de éste se señala un nuevo detalle estructural. Los *atributos* representan estructuras o componentes de órganos, de tejidos o de células, que tienen distintas funciones.

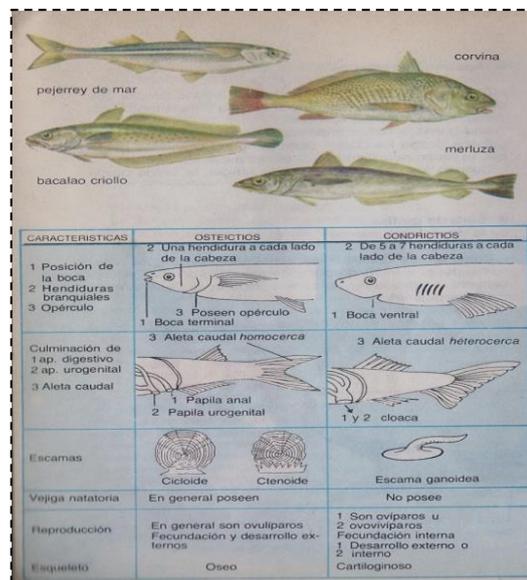


Figura 3.22: Procesos clasificatorio y analítico comparativo (González y Rivas, 1987: 116)

La figura 3.22 presenta un *proceso clasificatorio* que separa a los peces en dos grandes grupos (*osteictios* y *condriictios*) según rasgos morfológicos (*tipo de boca, aletas, escamas, esqueleto*) y fisiológicos (*tipo de reproducción*). Se utiliza como recurso un cuadro de doble entrada. La clasificación se completa con cuatro dibujos de especies que pertenecen a uno de los grupos. Estas representaciones poseen una función ilustrativa. Dentro del cuadro, subordinado

al proceso clasificatorio aparece uno *analítico comparativo*. Este proceso es realizado por dibujos que permiten observar las diferencias entre las morfologías de ambas clases de peces (*boca, aletas y escamas*).

La figura 3.23 muestra un *proceso topológico* en el que se representa la relación de inclusión que existe entre los conceptos de *individuo, población, comunidad y biocenosis*. Cada fila dispuesta de arriba hacia abajo representa uno de los conceptos, en tanto, las columnas introducen ejemplos de distintas especies.

El aumento progresivo de los dibujos que se observa en una lectura vertical indica el pasaje de un concepto a otro: un grupo de *individuos* de una especie integran una *población*; distintas *poblaciones* que comparten un área integran *comunidades*, y las comunidades en interacción con el ambiente físico que las contiene constituyen la *biocenosis*.

La lectura horizontal presenta un *proceso clasificatorio* que introduce la noción de diferentes medios y especies vinculadas a estos.

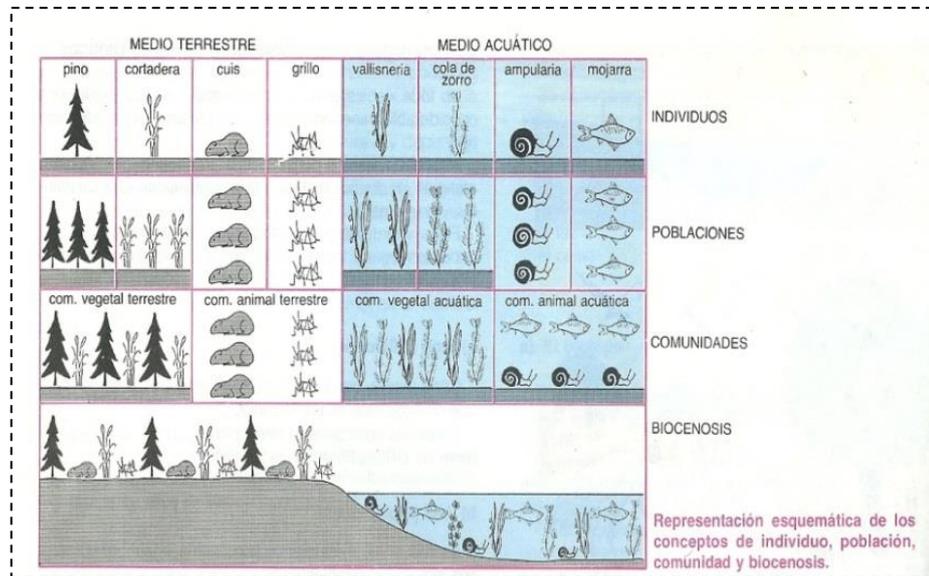


Figura 3.23: proceso topológico: individuo, población, comunidad (González y Rivas, 1985: 4)

La figura 3.24 consiste en un esquema construido a partir de una imagen central a la cual se le añaden leyendas explicativas. La representación consiste en un *proceso analítico inclusivo*. El *participante* (ecosistema de la laguna) es mostrado en función de los elementos que lo componen (rocas, plantas, animales, agua) y que ocupan distintos lugares dentro del sistema. Además, el dibujo representa las adaptaciones de las distintas especies al medio. Éstas son explicitadas por las leyendas que acompañan la representación central.



Figura 3.24: Procesos inclusivo y topológico (Dutey y Noceti, 1987: 66)

En síntesis el período se caracteriza por la aparición de nuevas representaciones vinculadas con la incorporación de contenidos de la ecología. La mayor parte de ellas pertenecen a *procesos topológicos* que muestran las relaciones de organismos en los ecosistemas o que agregan significados cuantitativos. Además, se registran, por primera vez, representaciones complejas que se realizan simultáneamente distintos procesos mediante la articulación de más de una figura o de imágenes con leyendas.

### 2.3. Tercer período: 1995-2005

Se pueden señalar tres factores de cambio que se manifiestan en la utilización del modo visual durante esta etapa y contribuyen a su especialización funcional.

En primer lugar, un aspecto relevante del empleo de imágenes hacia fines de los '90 es la utilización de *modelos visuales* para la enseñanza de algunos temas. Esta tendencia se funda en una concepción epistemológica según la cual no hay una relación directa entre las proposiciones y los fenómenos. Este vínculo está mediado por *modelos* o representaciones

abstractas del mundo que constituyen las unidades de análisis de una teoría y que pueden realizarse mediante distintos lenguajes (Giere, 2006).

En segundo lugar, el desarrollo del diseño y la difusión de herramientas informáticas determinan la inclusión de nuevos recursos visuales en los dibujos y esquemas, como el color, la representación del volumen, la perspectiva, los encuadres. Además, se combinan técnicas de representación como la fotografía, la micrografía y el dibujo. La conjunción de todos estos elementos produce representaciones más expresivas estéticamente y con el potencial para comunicar mayor cantidad de información.

Finalmente, a partir de 1997 y también como consecuencia del desarrollo tecnológico, se incorporan en secciones especiales, *infografías*. Éstas son tipos textuales realizados visual y verbalmente, con unidad semántica y autonomía sintáctica respecto del desarrollo escrito del manual. Su particularidad es la presentación simultánea, en el espacio de una o dos páginas, de diferentes niveles significados que construyen un tema. Su utilidad como textos didácticos reside en la posibilidad de integrar niveles de comprensión acerca de un contenido complejo.

### 2.3.1. Modelos visuales

Los *modelos* en ciencia son representaciones de los fenómenos que constituyen unidades de análisis teórico. Se pueden expresar con diversos lenguajes o sistemas de símbolos y asumen un rol de mediadores de la realidad. Esta idea es significativa para la enseñanza de las ciencias naturales porque cualquier representación subrogante, en cualquier modo de representación (dibujo, esquema, simulación, analogía) que ayude a pensar sobre el sistema que se estudia y permita describir, explicar, predecir e interpretar, constituye un modelo (Adúriz-Bravo, 2010: 151). Algunos modelos teóricos son la representación abstracta de un sistema real, pero también funcionan como paradigma para la creación de nuevos modelos. Por ejemplo, la representación visual de una célula es una versión esquematizada de lo que se observa a través del microscopio, pero también funciona como un ‘mapa’ para comprender la estructura de distintos tipos de células. El modelo, concebido de este modo, es un instrumento para comprender el mundo natural e intervenir en él. Algunos de estos modelos producidos en el ámbito de la ciencia son incorporados a los manuales en esta etapa.

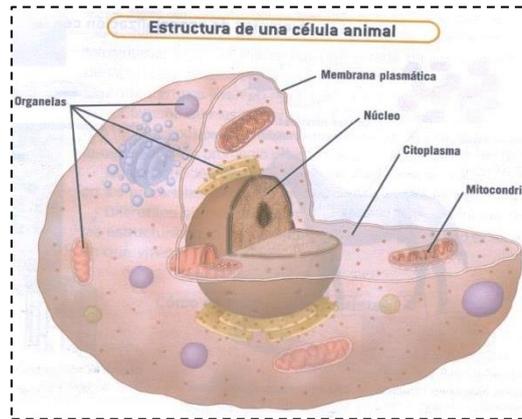


Figura 3.25: Proceso analítico: modelo de la célula animal (Antokolec, Couseau y Serafini, 2003:30)

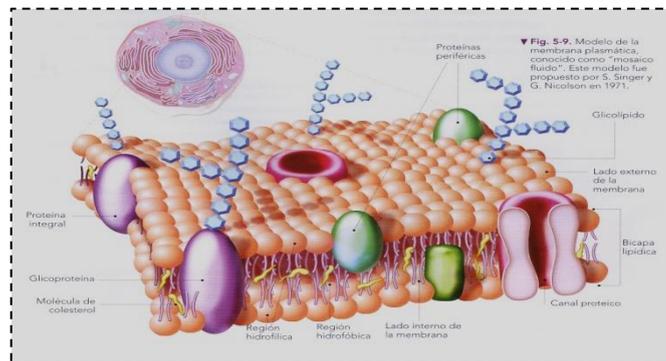


Figura 3.26: Proceso analítico: modelo de la membrana plasmática (Berler et al. 2004c)

Las figuras 3.25 y 3.26 constituyen, respectivamente, los modelos actuales de la célula animal y de la membrana plasmática (llamado *mosaico fluido*). A diferencia de otras representaciones incluidas en los manuales fueron construidas por científicos a partir de fotomicrografías y datos bioquímicos<sup>4</sup>. Se los considera *modelos* por ser reconstrucciones realizadas a partir de evidencias provisionarias y parciales obtenidas hasta el momento por la ciencia y porque funcionan para mostrar las estructuras básicas de todas las células animales y de todas las membranas celulares. Ambas figuras presentan procesos *analíticos exhaustivos* que detallan la totalidad de *atributos* necesarios para explicar el funcionamiento del elemento descrito. Su objetivo final es contribuir a la comprensión de la fisiología celular.

<sup>4</sup> El modelo de la membrana celular fue propuesto por S.J. Singer y G. L. Nicolson (Curtis, 1985: 155)

### 2.3.2. Representaciones y nuevos recursos semióticos

En este apartado se mostrará cómo algunos contenidos que estaban presentes en los períodos anteriores son representados mediante figuras que incorporan nuevos recursos semióticos. En la mayor parte de los casos, estos cambios, producidos por la incorporación de colores brillantes, de contrastes tonales, por el aumento de tamaño, por la reproducción de la textura, solo añaden significado estético y funcionan como foco de atracción de la mirada. En otros casos, enriquecen la construcción del significado. Esto sucede cuando los colores se utilizan para la diferenciación de formas o cuando la representación del volumen ayuda a comprender cómo son los tejidos y las células.



Figura 3.27: Proceso analítico comparativo  
(Abellán, Bazán, Figueroa y Niselhoc, 2005: 136)

En este ejemplo (fig. 3.27) aparece un *proceso analítico comparativo* para mostrar dos estados de las cuerdas vocales (tensas y relajadas). La representación duplicada de un *participante* permite destacar las diferencias: la mujer en actitud de emitir un sonido, se asocia al estado de tensión de las cuerdas vocales, reproducido en la imagen endoscópica de la izquierda; en tanto, la boca cerrada de la figura de la derecha se asocia a las cuerdas vocales relajadas, que muestra la imagen endoscópica de la derecha.

Los dibujos de la tráquea y la laringe, superpuestos a las fotografías, funcionan como *atributos* destacados del portador, que señalan, además del cambio de estado, la ubicación de las cuerdas vocales. En suma, la imagen articula significados *morfológicos* y *fisiológicos*: muestra la apariencia y ubicación de las cuerdas vocales, y al mismo tiempo, la acción desencadenante de un estado. Además, la articulación de distintas modalidades (foto, esquema, endoscopía) añade otra dimensión semántica (véase capítulo 4): la fotografía de la mujer provee un contexto para la

interpretación de los cortes esquemáticos y las imágenes endoscópicas y hace más realista la representación.



Figura 3.28: proceso narrativo secuencial.

(Hurrell, Leschiutta y Rela, 2003: 183)

La figura 3.28 presenta, mediante un *proceso narrativo secuencial*, el mismo contenido que la figura 3.16: la metamorfosis de una rana. El *participante* es un organismo que pasa sucesivamente por los estados de huevo, renacuajo y rana adulta. A diferencia de la figura 3.16, ofrece nuevos contenidos expresados visualmente. Por un lado, un dibujo naturalista muestra a la rana adulta poniendo huevos, lo cual destaca el hecho de que son animales *ovulíparos* y de que ponen gran cantidad de huevos. Por otro lado, también mediante el dibujo en color se representa una *circunstancia espacial*, para mostrar el medio en el que crece la rana. Este contenido es importante porque destaca el cambio del sistema respiratorio, que pasa de ser *branquial* en el estadio de renacuajo, a ser *pulmonar* cuando el animal es adulto y puede habitar el medio terrestre.

En esta etapa se hace más evidente el abordaje sistémico de los objetos de estudio. Aparecen muchas imágenes destinadas a facilitar la comprensión de las interrelaciones entre componentes de un sistema y de los niveles de organización de la vida.

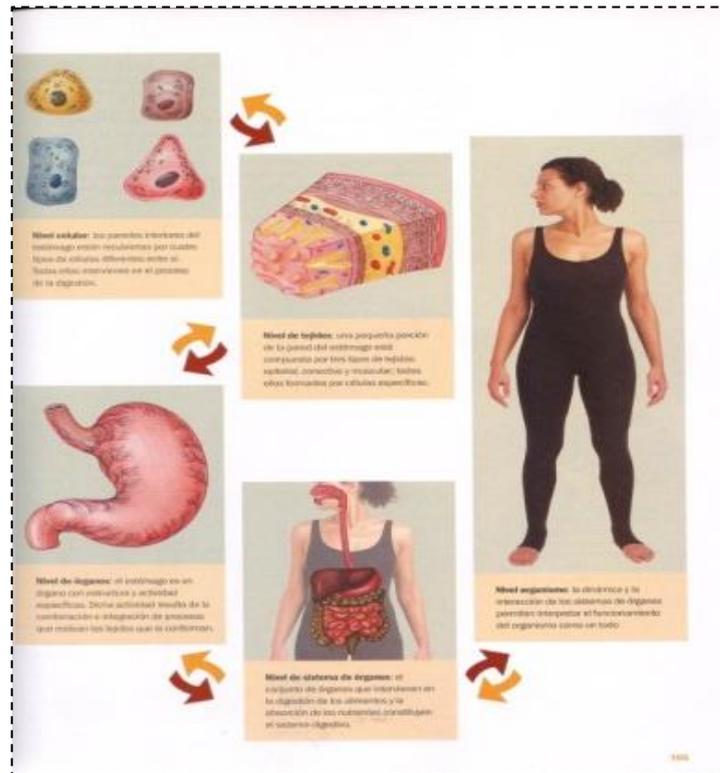


Figura 3.29. Proceso topológico: niveles orgánicos  
(Abellán, Bazán, Figueroa y Niselhoc, 2005: 105)

La figura 3.29 consiste en un *proceso topológico* que muestra niveles del funcionamiento del organismo humano. Los dibujos, interconectados por vectores que marcan una vinculación recíproca entre dos niveles, destacan distintos *participantes* (*células, tejidos, órganos, sistema digestivo, sistema orgánico*) que corresponden a niveles de integración de complejidad creciente. Esta representación sintetiza la visión sistémica según la cual es necesario comprender cómo las unidades menores se integran en unidades mayores para comprender las propiedades del todo. Esta noción es realizada por la conjunción de dos recursos: los dibujos naturalistas combinados con imágenes fotográficas y su articulación mediante vectores de distintos colores que señalan la reciprocidad entre niveles.



Figura 3.30. Proceso clasificatorio  
(Abellán, Bazán, Figueroa y Niselhoc, 2005: 194-195)

La figura 3.30 presenta un *proceso clasificatorio* en el que las especies *puma* y *gato* son los *participantes subordinados* que se incluyen progresivamente en las categorías mayores de *género*, *familia*, *orden*, *clase*, *tipo* y *reino*. Estas categorías se diferencian mediante cuadros de diferentes colores. Al interior de cada categoría se yuxtaponen fotografías de algunas especies, incluidos el puma y el gato. Este recurso pone en evidencia cómo organismos disímiles por su apariencia son agrupados por compartir algún rasgo.

La representación de taxonomías también se modifica por la incorporación de nuevos recursos como las fotografías, el empleo de colores, la profundidad. En algunos libros se introducen los árboles filogenéticos que muestran la historia evolutiva de un grupo de organismos emparentados entre sí por su origen común.



Figura 3.31. Proceso clasificatorio (Aristegui et al., 1997: 157)

La figura 3.31 consiste en un proceso *clasificatorio* representado por un árbol, cuyo *participante supraordenado* inmediatamente superior es un grupo llamado *plantae* (Sadavia et al, 2009: 1247) que no se incluye en el manual.

La representación incorpora dibujos de las especies y una breve descripción los rasgos que las ubican en un lugar específico del árbol. La diferenciación entre *gimnospermas* y *angiospermas* es enfatizada con una línea roja porque se trata de una clasificación que el texto desarrolla con mayor detalle. Estos elementos, agregados en el manual, condensan en el espacio de la representación, la información que el lector necesita para comprender que existe una relación evolutiva entre los grupos de plantas.

Sin embargo, lo que reproduce la imagen es solo una parte del árbol filogenético. Este tipo de diagrama se utiliza en biología para retratar la historia evolutiva de todos los seres vivos. Cada división o nodo representa un punto de divergencia de un linaje en el pasado y se emplea para trazar la evolución de un grupo de especies a partir de un ancestro común. Los árboles filogenéticos, que pueden alcanzar gran complejidad, suelen agregar escalas temporales (Sadavia et al., 2009: 543), significado que no se registra en los árboles de los manuales.

### 2.3.3. Representaciones articuladas: el caso de las infografías

El término infografía proviene de la forma anglosajona *infographics*, y ésta, a su vez, de la expresión *information graphics*, utilizada a partir de la informatización de las redacciones periodísticas a fines de los '80 y comienzos de los '90. Por un lado, estos textos son el resultado

de la utilización de la computadora y de la selección de recursos llevada a cabo por profesionales del diseño. Por otro lado, responden a la presunción de un perfil de destinatario consumidor de mensajes audiovisuales, que se identifica con el orden abierto de lectura creado por los recursos visuales (Kress, 2003). Además se reconoce en ellas un aspecto estetizante que pone de manifiesto una intención retórica (Cairo, 2013).

La centralidad que las infografías adquirieron a partir de la informatización de la escritura periodística dio origen a una reflexión teórica en el campo de la comunicación y el diseño de información (Valero Sancho, 2001; Cairo, 2008; 2013; Lankow, Ritchie y Crooks, 2012), así como a la construcción de tipologías (Valero Sancho, 2001; Colle: 2004). No existen acuerdos acerca de su definición. Se las considera gráficos (Leturia, 1998), representaciones diagramáticas de datos (Cairo, 2008), aportaciones informativas (Valero Sancho, 2001), unidades informativas (Colle, 2004), género periodístico (De Pablos, 1998). No obstante, la mayoría de los autores coinciden en que el predominio de recursos visuales les otorga potencial informativo y explicativo. En efecto, añaden al soporte textual en el que se las incluya – periódico, manual, texto de divulgación-, la posibilidad de narrar, mostrar el despliegue de procesos o jerarquizar conceptos, en el espacio de una o dos páginas.

En los manuales que estudiamos, las infografías fueron incorporadas en secciones especiales a partir de 1997. Por lo general, aparecen separadas del cuerpo central de información y ocupan una o dos páginas que se identifican por el uso de un color diferenciador o de un marco. Poseen unidad semántica y se las emplea para introducir capítulos, para completar el desarrollo de un tema o para sintetizar contenidos previamente presentados (véase capítulo 6). Aunque se insertan en los manuales con esos propósitos específicos, pueden ser comprendidas sin recurrir al texto principal.

Las infografías son el producto de un trabajo de diseño de información, cuya misión es dar inteligibilidad a temas que pueden resultar incomprensibles por su complejidad (Cairo, 2008). Esto se logra mediante la utilización de distintos tipos de representaciones que descomponen el objeto de estudio en distintas dimensiones de significado. La articulación de estas representaciones facilita la visión totalizadora del objeto representado.

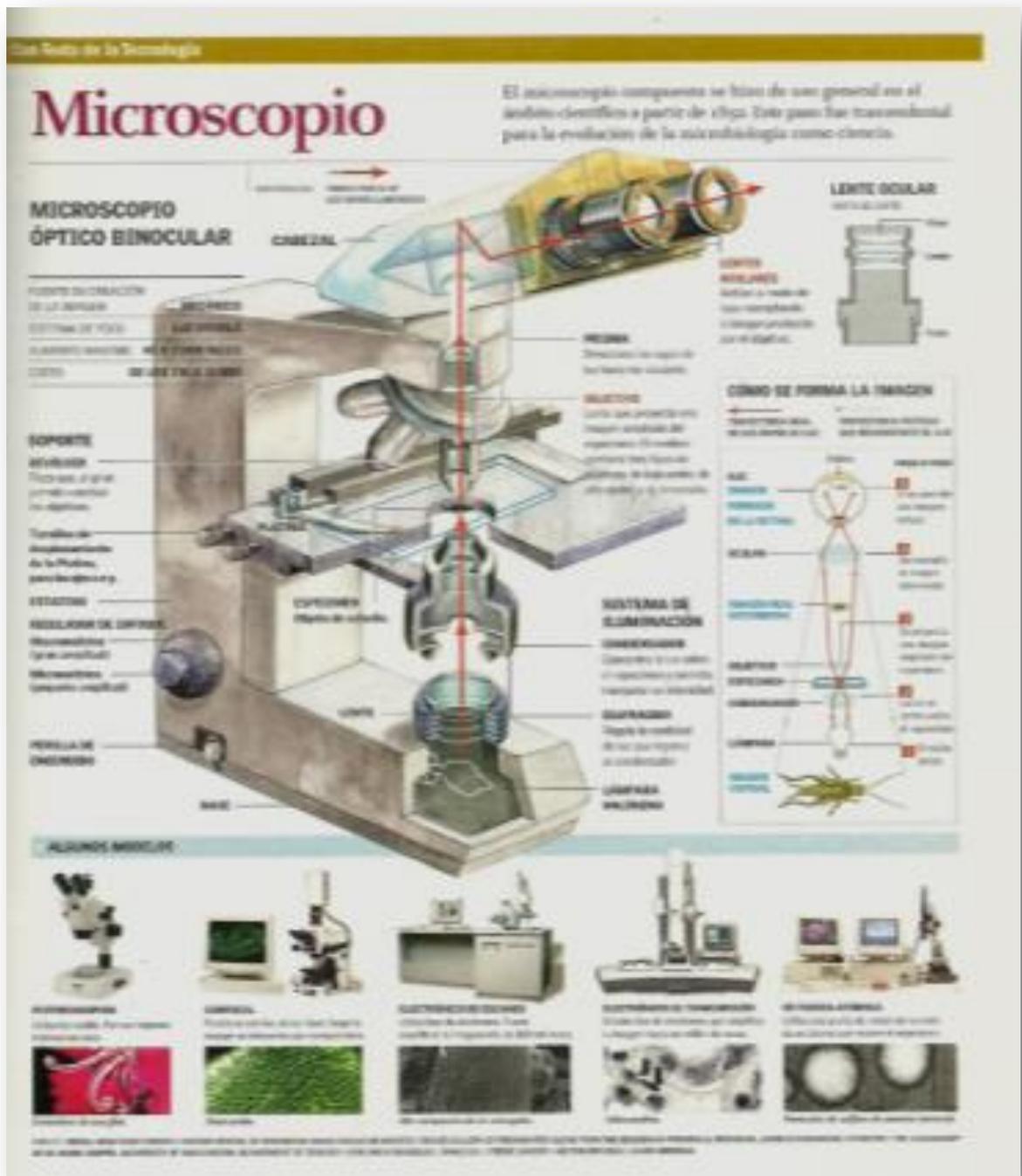


Figura 3.31. Infografía: microscopio. (Abellán, Bazán, Figueroa y Nisenholc, 2005: 101)

Esta infografía (fig.3.31) introduce el microscopio desde distintas dimensiones de significado: descripción del objeto, funcionamiento, clases de microscopios, tipos de imágenes

obtenidas. Para ello se utilizan cuatro representaciones diferentes que se articulan por sus significados individuales y a partir de elementos de composición<sup>5</sup>:

Representación A: ocupa el centro de composición y es la de mayor tamaño, por lo tanto es la de mayor énfasis. Corresponde a un *proceso analítico exhaustivo*, que reproduce la estructura completa del microscopio. Los componentes del microscopio son presentados en detalle y rotulados. Acompañando cada rótulo una leyenda describe la función del componente identificado.

Representación B: situada en el extremo superior derecho, focaliza, por medio de un *proceso analítico inclusivo*, solo algunas partes del lente ocular.

Representación C: se ubica sobre el margen derecho y está separada de las otras representaciones por un marco. Se trata de un *proceso topológico* que presenta la formación de una imagen. La ocurrencia del fenómeno está expresada verbalmente como una serie de pasos que muestran el comportamiento de la luz y la formación de la imagen.

Representación D: ubicada horizontalmente en el borde inferior de la página. Introduce, por medio de un *proceso clasificador*, los distintos tipos de microscopios que existen. La clasificación, realizada por una serie de fotografías de idéntico tamaño y dispuestas en una fila, se completa con micrografías que ayudan a imaginar el tipo de imagen que produce cada microscopio.

En síntesis, el objeto acerca del cual el texto informa, es representado en cuatro dimensiones: por su estructura, que incluye la representación total de sus componentes y un detalle de una de sus partes; por su funcionamiento y por su pertenencia a un conjunto de objetos que comparten la misma función.

En síntesis, en este período se agregan, a las representaciones aisladas de morfologías y a las vinculadas con conceptos ecológicos, *modelos visuales* realizados en tres dimensiones, referidos a la teoría celular. Además, debido a la innovación tecnológica, las representaciones se vuelven más ricas en recursos semióticos (color, dimensión, escala, volumen), de modo que suelen expresar mayor cantidad de significados. Por último, aparecen las infografías, textos que permiten abordar los temas en forma compleja, a partir de la articulación de distintos tipos de representaciones y leyendas.

---

<sup>5</sup> No analizaremos en este trabajo los diferentes tipos de relaciones semánticas que se pueden establecer entre dos o más representaciones visuales. Para un detalle de este tipo de vínculo véase Martinec y Salway, 2005. En el capítulo 6 se describen los recursos de composición que permiten articular las representaciones en las infografías.

## Síntesis

Del análisis se desprende que existen dos factores que afectan las representaciones de los objetos de estudio en el lapso estudiado. Por un lado, aparecen nuevos tipos de representaciones en la medida en que es necesario comunicar nuevos conceptos vinculados con la inclusión de nuevos contenidos. Así, a las representaciones analíticas que fragmentan en partes los organismos, y a las narrativas que muestran las funciones de los seres vivos, se suman las representaciones topológicas que ayudan a visualizar la dinámica de los ecosistemas y más tarde, las representaciones construidas, en el campo de la ciencia, como modelos visuales.

Por otro lado, se advierte una transformación originada en cambios tecnológicos y culturales, como la utilización de computadoras y el desarrollo del diseño profesional. Esta consiste en el aumento de los recursos plásticos que realizan las representaciones y en la aparición de nuevas formas de composición en las que la imagen adquiere centralidad. Las nuevas formas de composición centradas en la imagen se manifiestan en las representaciones complejas que aparecen a fines de los '80 y de infografías a partir de 1997.

Finalmente, del análisis se desprende la necesidad de proponer tres tipos de representaciones (*narrativas secuenciales*, *analíticas comparativas* y *analíticas amplificadoras*) que sistematicen modos de construcción de los significados propios de la disciplina.

A continuación incorporamos una tabla en la que se ordenan las representaciones predominantes en el corpus en los períodos analizados.

Tabla 3.2. Síntesis de estructuras de representación, significados a los que estas se asocian y recursos visuales que los realizan

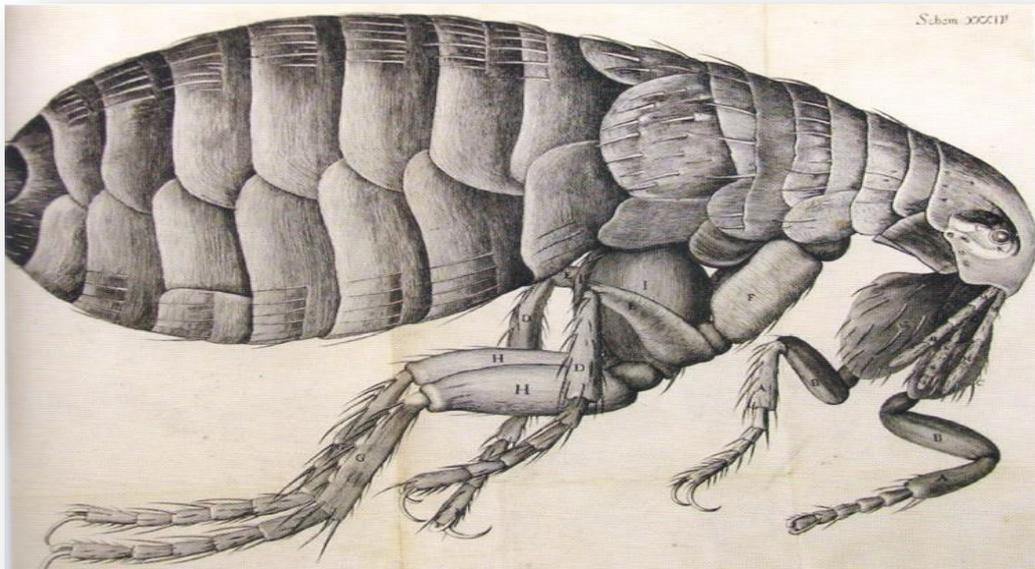
	<i><b>Tipos de procesos</b></i>	<i><b>Significados</b></i>	<i><b>Recursos de realización</b></i>
Estructuras conceptuales	Procesos analíticos:		
	-desestructurados	elementos de una estructura	-yuxtaposición de elementos cohesionados por color, trazo.
	-exhaustivos	estructura con todos sus componentes	-diferenciación de partes, cortes transversales y longitudinales, rótulos
	-inclusivos	estructura con selección de componentes	-diferenciación de algunas partes, cortes transversales y longitudinales, rótulos
	-comparativos	diferenciación de rasgos y formas	-diseño homogéneo (color, distribución) con diferenciación de detalles, -tablas
	-amplificación	estructura interna no visible	-cortes progresivos articulados por encuadres y líneas de conexión
	-topológicos	relaciones dentro de un sistema (causa-efecto/acción-reacción/adyacencia/complementación/variables)	
	Procesos clasificatorios	agrupamientos, ordenamiento jerárquico	árboles tablas distribución vertical u horizontal diferenciación de tamaño
Estructuras narrativas	Procesos materiales:		
	-transactivos	acción de un organismo sobre otro	figura-vector(proceso)-figura
	-no transactivos	comportamiento o funciones vitales	figura- proceso
	-conversión	ciclos de transformación con más de un agente	figura- vector(transformación)-figura disposición circular
	-secuenciales	despliegue de procesos vitales en etapas	figura-figura modificada secuencia lineal o circular

IV

## Transformaciones en la realización de la modalidad

De la observación a la comprensión

“El entendimiento ha de ordenar todos los servicios inferiores de las facultades más bajas (...) Ha de vigilar las irregularidades de los sentidos, pero no ha de ir por delante de ellos o impedir su información. (...) Hay que comenzar con las manos y los ojos, para proceder a través de la memoria y continuar con la razón. Mas no hay que detenerse ahí, sino que hay que retomar de nuevo a las manos y ojos y así, mediante un circuito continuo de una facultad a otra (...)” (Hooke, Prefacio de Micrografías, 1665)



(*Micrografías*, 1665)

Pulga dibujada por Robert Hooke, quien perfeccionó el microscopio y plasmó sus observaciones en minuciosos dibujos. La combinación de ambas técnicas develó la complejidad microscópica de los organismos e impulsó el estudio sistemático de sus estructuras y funciones.

## Capítulo IV

# Transformaciones en la realización de la modalidad

### De la observación a la comprensión

El propósito de este capítulo es mostrar cómo se modificaron, en el período estudiado, los recursos visuales que realizan la modalidad, sistema del componente interpersonal que crea la perspectiva de observación. Este recurso es significativo para la construcción del conocimiento en la medida en que propone a los destinatarios de los textos distintos niveles de acercamiento al objeto de estudio, que comprenden desde la percepción y diferenciación de rasgos visibles hasta la asociación de elementos de mayor nivel de abstracción.

El concepto de modalidad, desarrollado en el marco de la Gramática visual, se complementa, en este capítulo, con nociones teóricas e instrumentales procedentes de Teoría de esquematización y de la iconicidad (Moles, 1991; Estivals, 1995; Costa, 1998). De este modo, a partir de la articulación de las nociones de modalidad y escala de iconicidad, y tomando como referencia la naturaleza del conocimiento biológico, se sugiere una topología aplicable a los distintos tipos de imágenes que se utilizan en el discurso pedagógico de la disciplina.

#### 1. La modalidad en la Gramática visual

Como se expuso en el capítulo 1, la *modalidad* realiza significados en el nivel interpersonal. Kress y van Leeuwen (1996: 160) toman el término de la lingüística y lo aplican al grado de adecuación de la imagen a la realidad que representa. En la producción de imágenes, como en el lenguaje<sup>1</sup>, se le puede asignar un valor de verdad o credibilidad al mundo representado: las personas, los lugares y las cosas pueden mostrarse como ‘reales’ o ‘ficticios’, como ‘objetos perceptibles’ o ‘productos de la imaginación’. La visión del mundo que una imagen reproduce no solo se vincula con la entidad de lo representado, sino que posee una dimensión social, porque lo que se percibe como real o verdadero en un contexto social no es necesariamente valorado del mismo modo en otros contextos. Además, el grado

---

<sup>1</sup> Para una relación entre los conceptos de lenguaje y verdad en ciencia véase Klimovsky, 2011: 24 y ss.

de cercanía o analogía entre el objeto representado y su significante crea un punto de vista para el receptor, que es inducido a compartir una percepción más o menos real del mundo referido.

Dada la incidencia del contexto en la percepción de lo real, Kress y van Leeuwen (1996: 168) toman el punto de vista naturalista como referencia estándar de lo real en nuestra cultura. Esto significa que una representación visual es fiel a la realidad cuando reproduce el mundo tal como lo capta el ojo desnudo. La técnica que más se acerca a esta captación es la fotografía. Sin embargo, otros conceptos de lo real coexisten en una misma cultura. Para la mirada científica, los detalles superficiales o las diferencias individuales observables a simple vista son importantes sólo en la medida en que permiten mostrar regularidades y formular principios generales. Así, un esquema que muestre relaciones conceptuales está más cerca de la ‘realidad científica’ que una fotografía que capta lo particular. En suma, el concepto de ‘realismo’, y por ende el de modalidad, puede variar en la medida en que lo produce un grupo particular, como resultado de las prácticas que definen y constituyen dicho grupo.

Los recursos que realizan la modalidad en el modo visual son:

- a) *Saturación del color*<sup>2</sup>: es la intensidad del color dada por su pureza. La escala abarca desde una saturación completa hasta un color poco saturado que contiene blanco.
- b) *Diferenciación de color*: los colores se diferencian por su tono o matiz, que está determinado por la longitud de onda del color. La escala va desde la diversificación total de matices hasta el monocromo.
- c) *Modulación del color*: la escala va desde el empleo de sombras hasta el color plano.
- d) *Contextualización*: definición de un fondo o de un contexto en el que se ubican los objetos representados.
- e) *Representación*: el grado de definición de los detalles puede traducirse en una escala que va desde una línea hasta la fotografía de mayor resolución.
- f) *Profundidad*: su escala va desde la ausencia de profundidad hasta la máxima perspectiva.
- g) *Brillo*: es la luminosidad de un color. La escala va de la luz a la oscuridad.

Estos recursos se combinan en distintos grados según el concepto de realidad dominante en una situación comunicativa.

---

<sup>2</sup> En el marco de la multimodalidad, también se aborda el estudio del color como un modo, en tanto constituye un recurso para producir significados socialmente situados. Las características plásticas que conforman el sistema de color (saturación, modulación, pigmento, etc.) son considerados recursos de significación que configuran una gramática (Kress y van Leeuwen, 2002).

En relación con la construcción cultural de la modalidad, la Gramática visual distingue cuatro principios de realidad diferentes a los que denomina, siguiendo a Bernstein (1991), *orientaciones de código* y define como “conjuntos de principios abstractos que informan el modo en que los textos son codificados por grupos específicos, o dentro de contextos institucionales específicos” (Kress y van Leeuwen, 1996). Estas orientaciones son:

- 1) *Orientación tecnológica*: su principio dominante es la ‘efectividad’, la ‘verdad visual’ en este caso se vincula con el uso práctico de la imagen. Lo real es aquello que puede ser medido, contado, pesado o que orienta una acción. En esta orientación, una línea despojada de color o textura, de luz y de sombra, de perspectiva, puede resultar más real que una fotografía. Ejemplos de esta orientación son los mapas y planos, los moldes de costura, las instrucciones de ensamblado.
- 2) *Orientación sensorial*: se utiliza en contextos en los que predomina el principio de placer: ciertas formas de arte, publicidad, moda, cocina, decoración. En este caso el color juega un papel importante; es fuente de placer y de significados afectivos. La orientación sensorial es alta cuando los colores están saturados o muy modulados.
- 3) *Orientación abstracta*: aparece en algunas formas de arte y en contextos académicos y científicos. En estos contextos, la modalidad es más alta, en la medida en que la imagen transforma lo individual en general y lo concreto en cualidades esenciales. Se la expresa mediante la reducción del detalle y del color.
- 4) *Orientación naturalista*: es la que domina en nuestra sociedad y es compartida por todos los miembros de una cultura en tanto sean reconocidos como tales, independientemente de su nivel de educación. Así, personas que en contextos específicos pueden utilizar orientaciones de código tecnológicas o abstractas, aplican una orientación de sentido común en su vida cotidiana. Además, la orientación naturalista está condicionada por la tecnología de producción de imágenes imperante en cada época. Por ejemplo, antes de la existencia de la fotografía en colores, el parámetro del realismo era la fotografía en blanco y negro y el color era percibido como hiperrealista (van Leeuwen, 2005: 168).

La modalidad es un sistema de deixis social que construye al observador a partir de una imagen de su posición cultural, conceptual y cognitiva. En consecuencia, el predominio de una orientación de código en una representación no implica una elección homogénea de marcadores de modalidad. Tales marcadores pueden combinar, en una misma representación,

una modalidad alta con una baja, en función del destinatario imaginado por el autor. Esto sucede en lo esquemas mixtos de los que hablaremos más adelante.

En los siguientes ejemplos se puede ver cómo, para la representación de un mismo tema, la modalidad se configura de manera diferente en un libro y en otro por estar dirigida a diferentes lectores. En la primera imagen (fig. 4.1), perteneciente a un manual de Biología para alumnos de último ciclo de educación media, el cerebro es representado aisladamente y los colores, usados convencionalmente, ayudan a distinguir las áreas del órgano asociadas a diversas funciones (habla, visión, oído, etc.). Si bien la representación busca un grado de realismo por medio del volumen y la modulación del color, tiende a la abstracción por la falta de contexto y la diferenciación de colores que señalan funciones cerebrales. La búsqueda de abstracción construye un receptor con conocimientos previos del tema y habituado a las representaciones anatómicas de carácter científico.

En la segunda representación (fig. 4.2), destinada a la divulgación del tema para niños de unos 10 años, el cerebro es representado en el contexto del cuerpo. Se aprecia el corte de la cabeza y hasta se diferencia uno de los ojos del sujeto dibujado. En contraste con el primer esquema, las funciones cerebrales son representadas mediante dibujos realistas de niños cuya actitud simboliza las facultades del habla, de la vista, del oído, etc. El carácter esquemático y abstracto del corte cerebral es neutralizado por la presencia de dibujos que muestran niños en acción y que corresponden a una *orientación naturalista*. Esta configuración de la modalidad construye un receptor que por su edad aún no puede abstraerse de las representaciones concretas asociadas a su vida cotidiana.

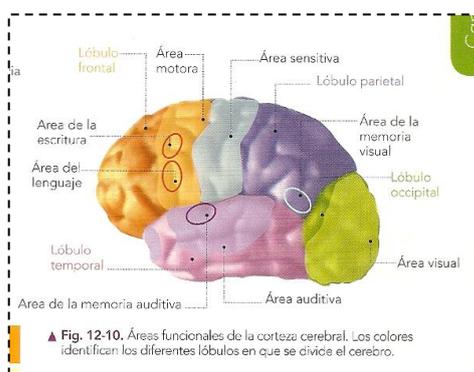


Figura 4.1: Representación del cerebro en un libro para adolescentes (Adúriz-Bravo et al, 2006: 151)

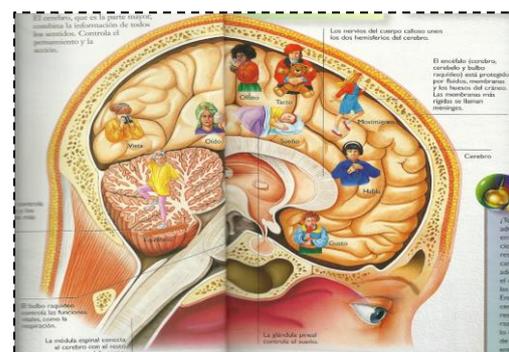


Figura 4.2: Representación del cerebro en un libro para niños (Beckelman, 2006: 16 y 17).

Esta particularidad de la configuración de la modalidad es un elemento clave para comprender los cambios en el discurso visual de los libros que estudiamos. En el lapso temporal que abordamos se conjugaron la adopción de distintos modelos pedagógicos, que modificaron la mirada sobre el sujeto de aprendizaje, y el progreso en las técnicas de reproducción de imágenes (véase capítulo 2). Ambos factores fueron decisivos para la configuración de la modalidad y transformaron el discurso visual de los libros.

Para analizar esta transformación y su implicancia para la práctica pedagógica, vincularemos el *sistema de modalidad* propuesto por Kress y van Leeuwen con la *escala de iconicidad* propuesta por Moles (1991) y reformulada por Estivals (1995). La complementación de ambas categorías permite ordenar gradualmente el universo de imágenes de los manuales y, al mismo tiempo, establecer una correlación con la operación cognitiva que la imagen está destinada a estimular en el observador.

## **2. Hacia una topología de la modalidad en el discurso pedagógico de la biología**

Desde una perspectiva sistémico-funcional, la noción de *modalidad* asociada a la de orientación de código, tal como la formulan Kress y van Leeuwen, permite, por un lado, reconstruir la actitud del enunciador frente al mundo referido, actitud que se traduce en la creación de un determinado punto de vista para el observador. Por otro lado, incorpora al análisis el contexto de circulación del mensaje.

Como se ha señalado en el capítulo 1, esta noción es cercana a la de *escala de iconicidad* (Moles, 1991; Estivals, 1995). El punto de contacto entre ambas es el acento en la fidelidad al representar las cualidades sensibles de los objetos. En tanto el sistema de modalidad se funda en los recursos semióticos que expresan estas cualidades (*color, brillo, representación del detalle, profundidad, contexto*), la escala de iconicidad presenta un ordenamiento de distintos tipos de representaciones (maquetas, fotos, dibujos, esquemas, lenguajes simbólicos) fundado en la similitud entre la representación y el elemento representado. El aporte de Moles que intentamos recuperar es el de la clasificación, es decir la creación de un instrumento que ordene el universo de imágenes que ofrecen los manuales, a los efectos de compararlas y evaluar su función comunicativa.

Asimismo, la escala de iconicidad se amplía con la noción de *función cognitivo-comunicativa* (Estivals, 1995): cada tipo de imagen, según su grado de iconicidad, permite llevar a cabo un propósito de aprendizaje y de comunicación diferente. Esta categoría puede ampliar la noción de *orientación de código*. En tanto la orientación de código se refiere a qué tipos de imágenes son más valoradas en un contexto según la noción de ‘realidad’ predominante, la *función cognitivo-comunicativa* permite considerar el rol de la imagen en una situación comunicativa particular. Así, la selección de imágenes que se espera encontrar en los manuales está condicionada por las orientaciones de código *tecnológica* y *abstracta* que dominan la construcción del conocimiento científico. En el marco de estas orientaciones, aparecen diferentes propósitos. Una fotografía conecta al lector con la observación de un organismo, y responde a la necesidad de que perciba cualidades externas. Por el contrario, un esquema que presente una clasificación de especies ayuda a comprender una teoría.

Desde la percepción del destinatario, la fotografía resulta más ‘real’ que el esquema; para el propósito de enseñanza, la ‘realidad’ corresponde a la clasificación y la foto es un instrumento que precede a la comprensión de la taxonomía. Los manuales, portadores de un discurso recontextualizado, combinan imágenes de distintas orientaciones porque el aprendizaje del discurso especializado de la ciencia implica un pasaje desde el sentido común, dominado por el principio naturalista, al pensamiento teórico, dominado por la orientación abstracta. Las imágenes, que reflejan distintas aproximaciones a los objetos, son utilizadas con propósitos cognitivos y comunicativos específicos para facilitar ese pasaje.

A partir de una complementación de los dos enfoques que hemos expuesto, se propone, entonces, una clasificación de las imágenes utilizadas en el discurso pedagógico de biología fundada en los siguientes criterios:

a) *Orientación de código*: determina tipos de modalidad predominante. El aprendizaje requiere establecer una relación entre los constructos científicos y el mundo real. Las explicaciones y conceptualizaciones científicas deben poder vincularse con lo concreto (Carretero y Castorina, 2010). En este sentido, las imágenes de orientación naturalista como los dibujos y las fotografías, propician el contacto con el mundo conocido o perceptible, en tanto que las imágenes de orientación tecnológica y abstracta, como las micrografías y los esquemas, permiten acceder al plano teórico de los modelos que explican el mundo natural.

b) *Propósito cognitivo-comunicativo*: orienta la preferencia de un tipo de representación frente a otra posible en etapas del aprendizaje. Este requiere llevar a cabo operaciones de observación y de pensamiento que se construyen a través de los discursos verbal y visual.

Estas operaciones son, en un grado creciente de complejidad cognitiva: la observación de datos de la realidad a partir de un modelo explicitado en el texto, la comparación de lo observado, la captación de la presencia de niveles de funcionamiento de los organismos, el reconocimiento de la interrelación entre distintos niveles y la comprensión de la dinámica interna de diversos sistemas y de sus relaciones con otros sistemas (Liguori y Nostre: 2005) .

c) *Grado de iconicidad*: es determinado por marcadores de modalidad (*color, brillo, representación, contextualización, profundidad*). La realización de distintos tipos de modalidades mediante recursos semióticos como el color, el brillo, la luminosidad, la representación del detalle, la perspectiva, resulta en imágenes con distinto grado de iconicidad. Según su grado de iconicidad, agruparemos las imágenes del corpus en fotografías, micrografías, dibujos y esquemas. A continuación describimos las particularidades de cada grupo.

## 2.1. Dibujo

La historia de la ciencia señala que la ilustración ha sido un medio para la consolidación del conocimiento. Por ejemplo, las ilustraciones de plantas que se llevaron a cabo, con gran minuciosidad, en el siglo XVI contribuyeron a la sistematización del conocimiento botánico (Olson, 1998). Además, el dibujo fue el primer medio de documentación de la realidad observable. Hasta la difusión de la fotografía, las ciencias naturales se apoyaron en esta técnica de representación para registrar la naturaleza y comunicar hallazgos (véase capítulo 2).

Esta función de registro es la que predomina en los manuales. Mediante la gradación de los elementos plásticos como el color, las líneas, los contrastes tonales, los dibujantes representan formas, texturas y volúmenes de los organismos y destacan detalles de su morfología. Los dibujos pueden realizarse mediante simples trazos en negro que reducen la cantidad de información para destacar algunos rasgos a expensas de otros, o pueden adoptar una representación realista que se acerque a la percepción del ojo humano.

Esta versatilidad técnica del dibujo posibilita tanto la copia naturalista como la representación esquemática y hace que se lo utilice para generar imágenes con funciones comunicativas diferentes. En relación con el material que analizo, incluiré bajo la denominación de *dibujo* dos tipos de figuras:

a) Representaciones de organismos que ilustran una especie. Pueden ser, según el grado de iconicidad, *figurativas* (reproducen detalles) o *lineales* (omiten detalles y tienden a la abstracción). En los dibujos figurativos el empleo de los recursos de color, como la saturación y el color, son importantes para dar volumen a la representación y acercarla icónicamente al elemento representado (véase en el capítulo 5 *perspectiva valorista*)

b) Representaciones caricaturescas de orientación sensorial, que suelen aparecer en los libros más modernos para introducir tópicos históricos o sociales vinculados con los temas de estudio. Dejo la denominación *esquema* para las representaciones de orientación parcial o totalmente abstracta cuyo propósito es mostrar estructuras externas o internas y relaciones entre elementos o conceptos.

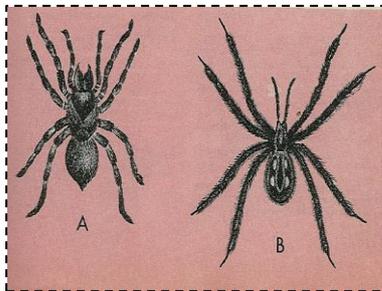


Figura 4.3 : Dibujos figurativos: orientación naturalista alta. (Dos Santos Lara, 1969c: 199)

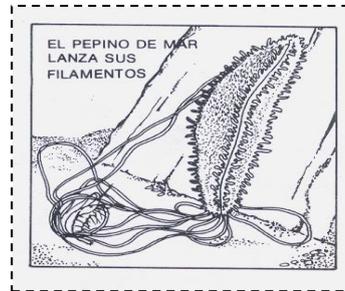


Figura 4.4 : Dibujo lineal: orientación naturalista baja (Dutey y Nocetti, 1987b: 99)



Figura 4.5 : Caricatura: orientación sensorial (Hurrell, Leschiutta y Rela, 2003a: 193)

## 2.2. Fotografía

Cristaliza en un documento un fragmento del universo visual. A diferencia del esquema, carece de abstracción; su valor reside en la capacidad de obtener información en bruto. Gracias a su alta iconicidad, en biología, permite introducir algunos aspectos del mundo natural en el aula y propicia la observación de la diversidad de la vida., de la dinámica de los ecosistemas. La imagen fotográfica complementa y, en muchas ocasiones, sustituye la práctica de observación directa que no siempre puede llevarse a cabo en la escuela.

“En lo que se refiere a la manera de ilustrar las distintas explicaciones y aunque nada pueda reemplazar con ventajas a la realidad de la naturaleza, se incluyen gráficos y fotografías en negro y color, tomadas en el momento propicio con la intención de trasladar al texto elementos de la realidad, convenientemente complementados con esquemas y diagramas.

Se salva así la imposibilidad en que se encuentra el profesor de poder hacer observar a los alumnos el elemento botánico en forma directa, sobre la naturaleza misma...” (Fuster y Galindez, 1965.: prólogo)

La mayor parte de las imágenes fotográficas incorporadas a los manuales capturan la variabilidad del mundo y se proponen para ser leídas en relación con leyes o estructuras generales que construye el saber teórico. Se utiliza la fuerza pregnante<sup>3</sup> de la imagen como ejemplo, se muestra para ilustrar. Así, el destinatario se convierte en un observador activo, de quien se espera que tome contacto con el fragmento de realidad representado y lo incluya en un sistema conceptual más general (Moles, 1991: 181). Estas imágenes son de orientación naturalista en tanto representan, con un alto grado de iconicidad, los objetos de estudio. En los manuales más modernos, suelen utilizarse fotografías de buena resolución, en colores y de mayor tamaño. Todos estos recursos potencian el efecto sensorial en la presentación de las páginas.

Las macrofotografías, imágenes tomadas con objetivos o lentes que aumentan hasta diez veces el tamaño real del objeto, se utilizan para ofrecer al observador detalles de forma y textura que el ojo humano no puede captar (figura 4.3). Presentan ampliaciones de rasgos externos de los insectos, superficies de tejidos vegetales, vellosidades de organismos pequeños. Se caracterizan por tener brillo y luminosidad, modulación del color y aumento del detalle. Son altamente icónicas y expresan una orientación sensorial porque exceden, en la definición del detalle, en la textura, en el color y en el brillo, la capacidad de la mirada humana.



Figura 4.6: Macrofotografía de orientación tecnológica.  
Estilo de una flor (Aristegui et al. ,1997: 176)

<sup>3</sup> La noción de pregnancia, tomada de la teoría de la Gestalt, se refiere a la fuerza de la forma. En palabras de Costa, es “la dictadura que la forma ejerce sobre el movimiento ocular, así como su capacidad para imponerse en la mente y en el recuerdo” (Costa, 1998: 96)]

### 2.3. Micrografía

Pertenece al grupo de imágenes obtenidas por medio de instrumentos técnicos que no son totalmente icónicas, ni completamente abstractas. Representan fenómenos no perceptibles a simple vista y la información que contienen es relevada por un aparato mediante la captación de una señal y luego es traducida a una representación gráfica analógica o digital que el observador debe interpretar (Costa, 1998: 64).

En los manuales que estudiamos, se registra un aumento progresivo de esta clase de imágenes hacia la última etapa y entre ellas se incluyen radiografías, tomografías, arteriografías y termografías. No obstante, centraremos la atención en las *micrografías*, que son fotografías tomadas con distintos tipos de microscopios. Aparecen en menor cantidad en los manuales del primer período y se vuelven más frecuentes en las etapas siguientes. Se las emplea en las unidades destinadas a la explicación de la teoría celular, que nació y se desarrolló en estrecha vinculación con el uso del microscopio<sup>4</sup>.

Las micrografías incorporadas a los manuales reflejan distintas técnicas de observación, por este motivo no deben ser contempladas como fotografías ampliadas. Su interpretación está condicionada por el tipo de microscopio utilizado y el procedimiento escogido para la preparación de la muestra. En relación con su propósito pedagógico, diremos que funcionan como ‘mapas’ que orientan al observador en la comprensión de la estructura de las células y tejidos o de organismos microscópicos. Por esta razón se las puede incorporar en la orientación tecnológica.

La diversidad de imágenes micrográficas que se registra en los manuales se debe a que proceden de distintos tipos de microscopios. Se incluyen indistintamente micrografías de microscopios ópticos<sup>5</sup>, electrónicos de transmisión<sup>6</sup> y electrónicos de barrido<sup>7</sup>. Las

---

<sup>4</sup> Las primeras imágenes micrográficas fueron los dibujos que Hooke realizó a partir de sus observaciones con microscopio y que se publicaron, en 1665, en *Micrographia*. Descubrió que el corcho y otros tejidos vegetales están formados por cavidades delimitadas por tabiques, a las que llamó células. En 1838, Matthias Schleiden llegó a la conclusión de que todos los tejidos vegetales están organizados como células. Al año siguiente, el zoólogo Theodor Schwann amplió estas observaciones a los tejidos animales y concluyó que la base de toda vida es celular (Curtis, 1985, 101 y ss.).

<sup>5</sup> El microscopio óptico de luz ultravioleta utiliza el rango ultravioleta del espectro luminoso para aumentar la resolución. Como esta radiación es imperceptible para el ojo humano, la imagen fotográfica se muestra con fosforescencia. El microscopio óptico en campo oscuro utiliza una luz muy intensa en forma de un cono hueco concentrado sobre el espécimen. Sólo recoge la luz que se refleja en el objeto, por ello las porciones claras del espécimen aparecen como un fondo oscuro y los elementos que interesan al investigador se perciben como una luz brillante sobre el fondo. Esta forma de iluminación se utiliza para analizar elementos biológicos transparentes y sin manchas, que resultan invisibles con iluminación normal. Otro microscopio óptico,

características de las imágenes obtenidas dependen, en primer lugar, de la técnica en que se basa cada tipo de microscopio. Los ópticos permiten distinguir estructuras celulares grandes, pero no se discernen estructuras internas más finas, en tanto, los de transmisión muestran cortes de la muestra. Los electrónicos de barrido, por su parte, crean una imagen ampliada de la superficie de un espécimen y no de un corte a través de éste.

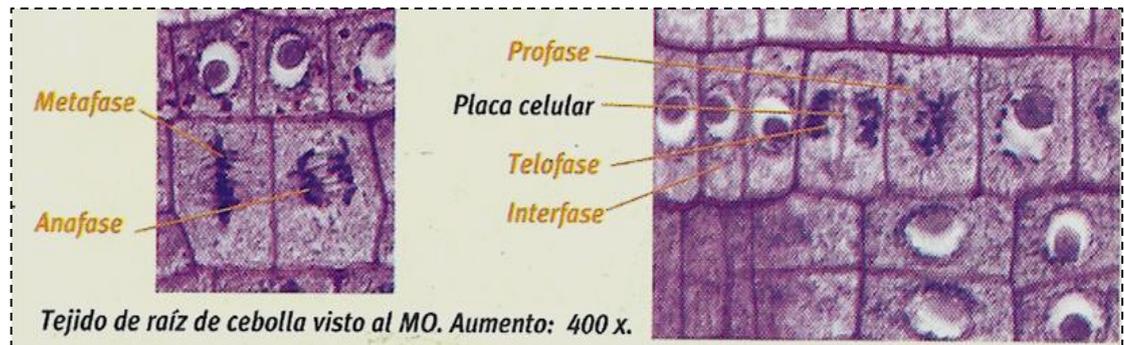


Figura 4. 7 : Micrografía de microscopio óptico (Carreras, N. et al., 2001: 119)

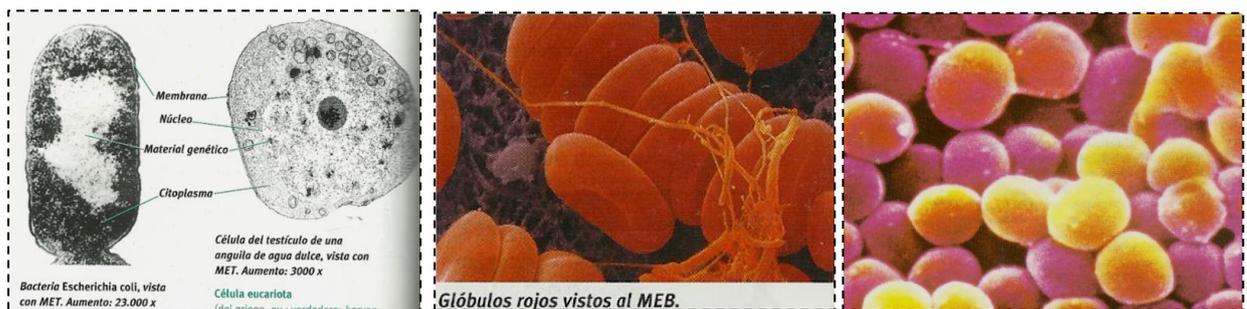


Figura 4.8 : Micrografía de microscopio electrónico de barrido (Carreras, N. et al., 2001: 115)

Figura 4. 9 : Micrografías de microscopio electrónico de transferencia (Carreras, N. et al., 2001: 110)

Figura 4.10: Micrografía obtenida con microscopio electrónico de barrido. (Barderi et al., 1995:16)

denominado de fase, ilumina el espécimen con un cono hueco de luz que provoca variaciones minúsculas en el índice de refracción de un espécimen transparente, haciéndolo visible. Se lo utiliza para examinar tejidos vivos.

<sup>6</sup> El microscopio electrónico de transmisión (Transmission Electron Microscope, TEM) dirige el haz de electrones hacia el objeto que se desea aumentar. Una parte de los electrones rebotan o son absorbidos por el objeto y otros lo atraviesan formando una imagen aumentada. Para utilizar un TEM debe cortarse la muestra en capas finas. Su poder de resolución es 500 mil veces mayor que el del ojo humano.

<sup>7</sup> El microscopio electrónico de barrido (Scanning Electron Microscope, SEM) recorre la superficie de la muestra con un haz de electrones muy concentrado. Las variaciones en la superficie del espécimen inciden en el patrón de dispersión de los electrones: los huecos se manifiestan oscuros y las protuberancias, claras. Cada punto leído corresponde a un píxel en un monitor de televisión; a medida que el haz barre la muestra se configura la imagen en la pantalla. Los SEM no poseen buena resolución dado que pueden ampliar los objetos 100.000 veces, pero producen imágenes tridimensionales.

Las micrografías no solo están condicionadas por la tecnología del microscopio que se utiliza, a su vez, los especímenes observados están sometidos a procesos de preparación. Como las células vivas son transparentes a la luz y a los electrones se crea contraste mediante colorantes o metales pesados, que permita distinguir las formas. Cuando los especímenes son demasiado gruesos para permitir el paso de la luz, se cortan en secciones finas. En algunas muestras se cubre la superficie con metal, el material orgánico del espécimen original se elimina por tratamiento químico y queda solo una réplica metálica de la superficie (Curtis, 1985).

De este modo, los procesos de obtención de imágenes micrográficas las convierten en imágenes retóricas porque reflejan un modo de ver condicionado por la tecnología adoptada y el tratamiento de la muestra (Dinolfo y otros, 2007: 397). Por ejemplo, las mismas células que se ven verdes con luz fluorescente, podrían verse rosadas o azules con otra tecnología. Estos aspectos, que constituyen objeto de debate en el ámbito científico, hacen que, frecuentemente, las micrografías de los manuales requieran explicaciones adicionales por parte de los docentes. La introducción de estas imágenes en los libros de texto puede generar errores de interpretación o carecer de valor informativo si no se precisa el tipo de microscopio, el aumento del material observado, la manipulación de la muestra, puesto que la mayor parte de los libros no consignan estos datos.

## 2.4. Esquema

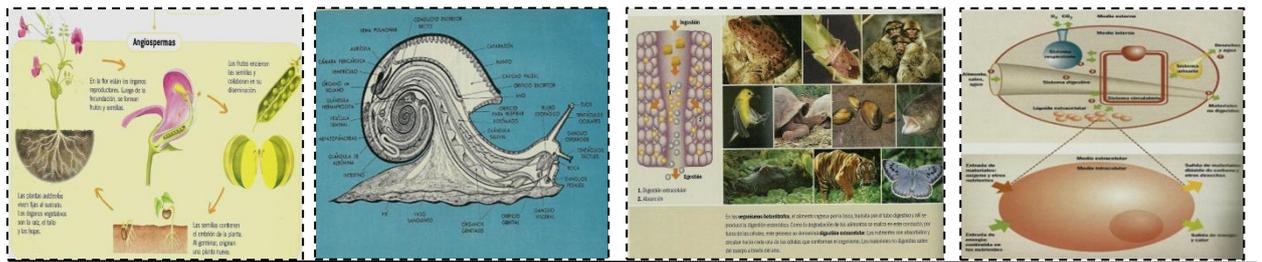
Los esquemas realizan gran parte de los significados en los textos que estudiamos. Costa (1998: 64) define la esquematización como la transformación de datos y nociones complejas o abstractas en formas gráficas simplificadas, portadoras de gran cantidad de información. La función de un esquema es hacer imaginables fenómenos, hechos, procesos, estructuras o relaciones entre elementos que no son accesibles a través de la observación directa. Pueden describir formas, comparar elementos, clasificar organismos u objetos, exponer relaciones. En suma, los esquemas desencadenan imágenes mentales y activan el entendimiento para que el observador integre nuevas informaciones.

Estas representaciones son obras de diseñadores cuya tarea es reducir la complejidad de los fenómenos y aumentar recíprocamente la información visual y la inteligibilidad del mensaje. El diseño profesional se sustenta en principios denominados *universales de la*

*esquemización* (Costa: 1998) que condensan las formas de percepción instaladas en nuestra cultura, orientadoras de la lectura y la recuperación de significados en un texto visual. Así, los esquemas se construyen siguiendo los siguientes principios: el orden canónico (sentido de las agujas del reloj o dirección de la lectura de derecha a izquierda), el valor de principalidad (lo más importante está en el centro o arriba), la disposición radial (emergencia centrífuga desde un centro), el ordenamiento en árboles, la idea de eje, las fuerzas vectoriales (expresión de líneas de acción), la noción de escala (representación de distintos tamaños), los valores asignados a los colores (calientes y fríos).

El valor estético de los esquemas es significativo en la medida en que resulten agradables a la percepción y faciliten la eficacia comunicacional. Sin embargo, la condición prioritaria del diseño de información visual es su valor semántico, que se mide por la capacidad de transmitir conocimientos de manera comprensible y unívoca. Para ello, el visualista debe reducir la complejidad del fenómeno que se desea representar, sin afectar la calidad conceptual, y volverlo inteligible con el menor número de elementos. Este tipo de propuesta visual exige la participación del destinatario, quien se ve obligado a descifrar el mensaje, a comparar, a deducir. En palabras de Costa, los esquemas “constituyen un nuevo ‘lenguaje’, que no es el de la *imagen* representacional de la fotografía o el dibujo, ni el del *texto* literal. Es un lenguaje lógico, estructurado, codificado y abstracto: el ‘tercer lenguaje’.” (1998: 35)

Diferentes recursos semióticos pueden intervenir en la realización de un esquema. En el corpus que analizamos son frecuentes los dibujos de cortes de organismos con rótulos, que muestran estructuras; pero también suelen utilizarse figuras geométricas y vectores que vinculan elementos para representar sistemas y procesos, o expresiones verbales ordenadas espacialmente y jerarquizadas mediante marcas visuales. El conjunto de estas representaciones, consideradas a partir de la noción de *modalidad*, se pueden ordenar en un continuum que va desde las representaciones más icónicas a las más abstractas. En el medio de esta escala ubicaremos formas mixtas en las que se combinan recursos como el dibujo o la fotografía con formas geométricas y vectores.



+ Iconicidad



+ Abstracción

Figura 4.11: De izquierda a derecha: esquema figurativo (Hurrell et al., 2003:160), esquema figurativo (Dos Santos Lara, 1966: 222); esquema mixto (Abellán et al. 2005: 178), esquema abstracto (Abellán et al., 2005, 98)

Adoptaré la denominación de *figurativos* para los esquemas que guardan semejanza de forma con el elemento representado, es decir tienen algún grado de iconicidad. Este nivel icónico varía de un manual a otro y se modificó a partir de la utilización de color, de la incorporación de detalles, del empleo del volumen y de la inclusión de fotografías dentro de una representación esquemática. El predominio de este tipo de esquemas en la biología obedece a la necesidad de mostrar estructuras y formas. Son figurativos, por ejemplo, los esquemas que muestran las partes de un ser vivo, los cortes anatómicos que exhiben el interior de un organismo o de un tejido, los que presentan el resultado de una disección y los que detallan procesos de cambio mediante dibujos.

Llamaré *esquemas mixtos* a los que combinan representaciones icónicas y abstractas. Se realizan mediante la combinación de dibujos figurativos o esquemáticos, fotografías, micrografías, vinculados por encuadres o vectores. Suelen utilizarse para representar las relaciones entre lo externo y lo interno. En otros casos conjugan la mirada naturalista sobre un organismo con la explicación de un proceso o muestran relaciones entre conceptos. Esta clase de esquemas aparece en los manuales del período más reciente.

En el polo opuesto del continuum, situamos los esquemas abstractos, cuyo grado de iconicidad es nulo. Se utilizan para representar conceptos o estructuras muy simplificadas, sintetizar procesos o mostrar relaciones funcionales dentro de un sistema. Realizan una modalidad abstracta alta y representan una ‘verdad teórica’. Se realizan con poco color, líneas simples, figuras geométricas, vectores. La información que consignan es presentada de un modo sencillo, a pesar de su complejidad conceptual, y debería leerse fácilmente.

Propongo a continuación un agrupamiento de los tipos de imágenes descritas. Adoptaré un criterio topológico que permite, a partir de los criterios preestablecidos, reunir espacialmente los elementos teniendo en cuenta los rasgos que los acerca o los alejan (Lemke, 1999).

Tabla 4.1.: Agrupamiento de dibujos según propósito cognitivo-comunicativo y modalidad

Percepción de texturas y detalles morfológicos	Observación e identificación de organismos Observación de hábitat		Reconocimiento de estructuras micro	
<b>Macrofotografía</b>	<b>Fotografía color</b>	<b>Fotografía blanco y negro</b>	<b>Micrografía color</b>	<b>Micrografía bco. y negro</b>
++color ++brillo ++detalle -contexto -profundidad	+color +brillo +detalle +contexto +profundidad	+detalle +contexto -profundidad -color -brillo	+color +brillo +detalle -contexto -profundidad	+detalle -color -brillo -contexto -profundidad
Sensorial	Naturalista		Tecnológica	

Tabla 4.2.: Agrupamiento de dibujos según propósito cognitivo-comunicativo y modalidad

Registro estético (humor/ evocación de otros discursos)	Observación e identificación de organismos Observación de hábitat	Identificación de organismos Reconocimiento de estructuras
<b>Caricatura</b>	<b>Dibujo figurativo</b>	<b>Dibujo lineal</b>
++color +brillo ++detalle +profundidad -contexto	+color +detalle +contexto +profundidad -brillo	+detalle -contexto -color -brillo -profundidad
Sensorial	Naturalista	Tecnológica

Tabla 4.3: Agrupamiento de esquemas según propósito cognitivo-comunicativo y modalidad

Comprensión de estructuras y procesos	Comprensión de procesos y relaciones entre elementos	Comprensión de sistemas
<b>Esquemas figurativos</b>  +color +detalle -contexto -brillo -profundidad	<b>Esquemas mixtos</b>  +color +detalle -contexto -brillo -profundidad	<b>Esquemas abstractos</b>  -color -detalle -contexto -brillo -profundidad
Tecnológica/Abstracta	Naturalista/Abstracta	Abstracta

A continuación se analiza la realización de la modalidad en los tres períodos sobre la base de la clasificación propuesta,

### 3. Análisis de la modalidad

#### 3.1. Primer período: 1965 - 1978

En este período, manteniendo la tendencia de los manuales de la década anterior, se utilizan especialmente dibujos y esquemas en libros de Botánica, Zoología y Anatomía. La diferencia radica en la introducción del color y en la inclusión de fotografías y micrografías en todas las ediciones. Cada editorial incorpora estos recursos en distintos grados. Los manuales de Cesarini utilizan numerosos dibujos y esquemas en colores. En los de Troquel predominan los esquemas monocromos y en menor medida se incluyen fotografías y micrografías en blanco y negro. Kapelusz (1965) es innovador en la combinación de fotografías, micrografías y esquemas.

El color de las imágenes, sean éstas fotografías, dibujos o esquemas, es uno de los recursos que realizan la *modalidad*. Como se ha explicado en el capítulo 1, aporta carga expresiva y peso a la composición, constituyéndose en un elemento de atracción de la mirada (Costa, 1998: 98 y ss.).

Aunque en esta etapa coexisten distintas técnicas de imagen, los dibujos siguen teniendo un papel preponderante. Los libros de este período son continuadores de la tradición ilustrativa que registra en detalle la morfología de los organismos. El valor del dibujante se hace evidente no solo en la mención de su nombre, sino también en expresiones de reconocimiento que dan relevancia a su tarea. En el prólogo de un manual de Troquel, el autor, agradece al Profesor Horacio Romo, ilustrador de su Zoología, por la “calidad didáctica de sus dibujos”, en una edición de Cesarini “se agradece profundamente al profesor Andrés Spont sus artísticas y didácticas ilustraciones para cada uno de los temas tratados” (Dembo, 1971: 13).

### 3.1.1. Observación de rasgos e identificación de ejemplares

Tanto los dibujos, de empleo extendido en este período, como las fotografías, de baja resolución y generalmente en blanco y negro, son utilizados para facilitar la identificación de ejemplares incluidos en una clasificación y para mostrar detalles de la morfología externa de los organismos en estudio. En dibujos y en fotografías, la orientación naturalista está presente en distintos grados dependiendo del uso de colores y del nivel de reproducción de detalles. A continuación se analiza una selección de ejemplos:



Figura 4.12: Dibujos naturalistas (Dembo, 1979a: 42)

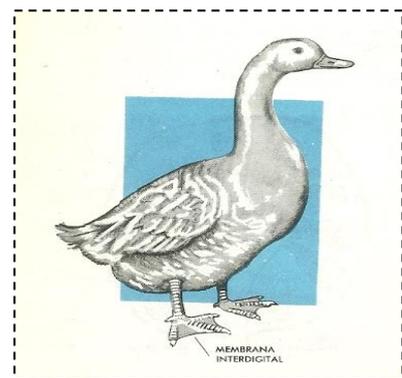


Figura 4.13: Dibujo naturalista (Dos Santos Lara, 1966: 112)

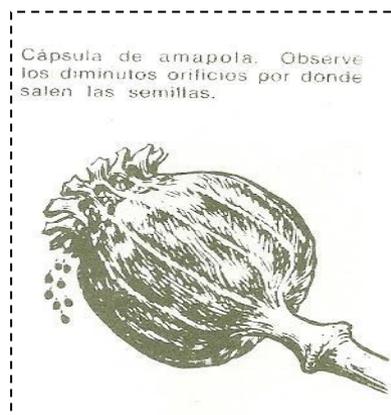


Figura 4.14: Dibujo naturalista  
Botto y Pérez Calvo, 1971a: 113)

La figura 4.12 consiste en un dibujo de alta modalidad naturalista destinado a detallar la apariencia de una flor y de un fruto. Se advierte el efecto estético propio de un trabajo artístico, logrado mediante la modulación del color, la utilización de matices y el trazo delicado que reproduce detalles ínfimos de forma y textura. Los objetos son representados en una perspectiva frontal y sin contexto; constituyen elementos aislados dentro de una sección en la que se describen las características de varias plantas *fanerógamas* (de órganos reproductores visibles), entre las que se incluye la amapola, tema del dibujo. La figura que incluimos se articula con una descripción verbal que detalla minuciosamente la morfología de la flor y el fruto. El dibujo complementa esta descripción y ofrece la información que permite identificar un espécimen e incluirlo en una taxonomía.

La figura 4.13 constituye un ejemplo de dibujo en escala de grises. Se muestra, como en la figura 4.11, de un plano corto de un fruto de amapola, sin detalles contextuales. En este caso la modalidad naturalista es más baja debido a la ausencia de color, y aparece un nuevo propósito de la imagen, además de la identificación taxonómica del objeto. El dibujo está destinado a mostrar un detalle de la estructura del fruto (los orificios por donde salen las semillas) y es el complemento de un texto escrito que clasifica los frutos en relación con su estructura y describe su conformación.

La figura 4.14 es un dibujo de modalidad naturalista media, en escala de grises, que muestra a partir de la representación de un ganso, una adaptación de los vertebrados acuáticos: la membrana interdigital. Como en 4.12 y 4.14, se trata de un dibujo despojado de contexto cuyo propósito es facilitar la identificación de un caso dentro de una categoría (vertebrados secundariamente acuáticos) y el reconocimiento de una forma anatómica resultante de una adaptación.

En dos de las editoriales estudiadas (Troquel y Kapelusz), se incorporan fotografías en sustitución de los dibujos de modalidad naturalista alta o media que reproducían inventarios de especies animales y vegetales en los manuales de períodos anteriores. Siguiendo el estilo de representación de los dibujos, estas fotografías muestran al observador objetos aislados, en planos enteros, con escasa o nula definición del contexto, extraídos de su escenario de pertenencia. Este empleo de la fotografía propone un tipo de observación equiparable a la de un objeto exhibido en la vitrina de un museo. Como los dibujos, presentan un ejemplar de una especie para que el observador lo identifique o reconozca un rasgo particular de su estructura.

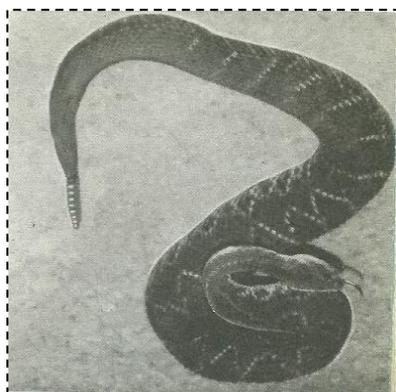


Figura 4.15: Fotografía  
(Dos Santos Lara, 1966: 246)

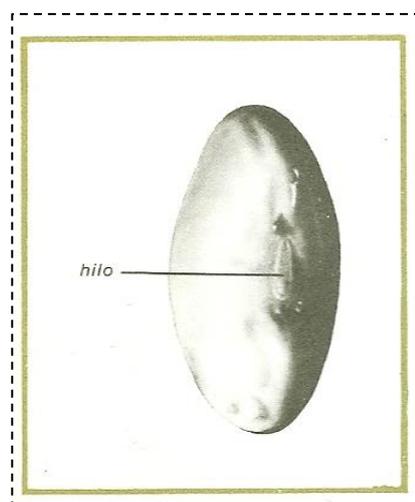


Figura 4.16: Fotografía  
(Botto y Pérez Calvo, 1971a: 20)

La figura 4.15, de orientación naturalista media, muestra un plano entero de una víbora cascabel. Junto a otras fotografías y dibujos de reptiles, esta imagen presenta un ejemplar dentro de la clasificación que propone el texto escrito: ofidios agrupados según el tipo de dentadura. El texto escrito describe sus características físicas, tipo de mordedura y ubicación geográfica, es decir los rasgos que permiten su reconocimiento. La imagen completa este propósito al reproducir el detalle de la piel y la forma de la cola.

La figura 4.16, de orientación naturalista media, presenta un plano corto de una semilla en la que se destaca, por medio de un rótulo, la cicatriz del filamento que adhiere la semilla a la pared del fruto. El texto escrito explica el ciclo biológico de una planta anual, de la cual el poroto constituye un ejemplo.

### 3.1.2. Reconocimiento de estructuras

Cuando la imagen debe facilitar el reconocimiento de una estructura no perceptible a simple vista o sintetizar la secuencia de un proceso que se despliega en el tiempo, se recurre a otro tipo de representaciones.

Las micrografías, en blanco y negro (registradas solo en las ediciones de Troquel y Kapelusz), son introducidas en los capítulos destinados al estudio de la célula o de microorganismos. Por lo general se omite la especificación de datos técnicos como el aumento o el tipo de microscopio utilizado para captar la imagen. Se las emplea como complemento de esquemas que destacan estructuras de tejidos, constituyen ‘documentos’ que certifican la exactitud de las formas realizadas en la representación esquemática. Su orientación es tecnológica, funcionan como ‘mapas’ que dejan ver una estructura y habilitan la comprensión de las relaciones entre forma y función, que son presentadas verbalmente.

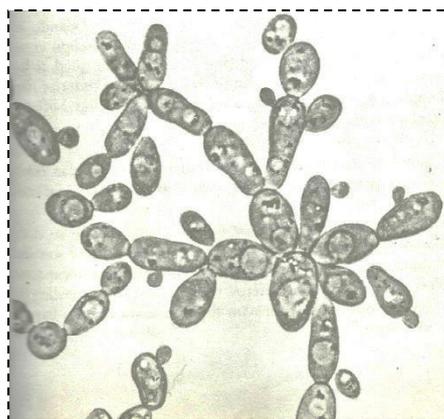


Figura 4.17: Micrografía  
(Botto y Pérez de Calvo, 1971a: 131)

La figura 4.17 se incluye en una sección destinada a describir hongos. La micrografía muestra un grupo de células de levadura de cerveza en proceso de multiplicación. La imagen complementa al texto escrito en el que se explica que las levaduras son hongos unicelulares de reproducción asexual por *gemación*, proceso que consiste en la formación de una protuberancia donde se incluye el núcleo hijo. Esta estructura de protuberancia y núcleo es la que se aprecia en la imagen.

Otra forma de facilitar la comprensión de estructuras externas o internas es mediante esquemas que complementan el texto escrito. Estas representaciones poseen una orientación tecnológica cuando su propósito es el reconocimiento de estructuras como un paso previo a la

comprensión de funciones vitales. En menor medida se utilizan esquemas de orientación abstracta para sintetizar la ocurrencia de procesos.

En los libros de Troquel y Kapelusz predominan los esquemas en escalas de grises o monocromos, de trazos simples, con pocos detalles y despojados de contexto, de baja modalidad naturalista y alta modalidad tecnológica. En los libros de Dembo, los esquemas tienden a ser figurativos, es decir de modalidad naturalista media. Se realizan en colores modulados y combinan cortes esquemáticos de los organismos con detalles realistas de su morfología.

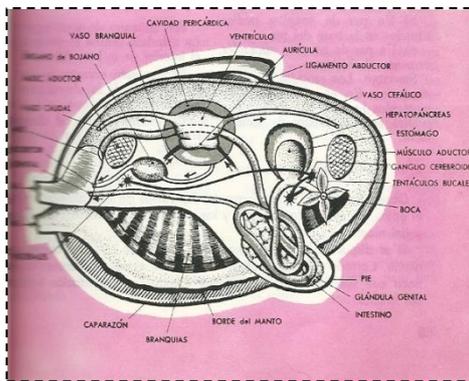


Figura 4.18: Esquema figurativo  
(Dos Santos Lara, 1966: 65)

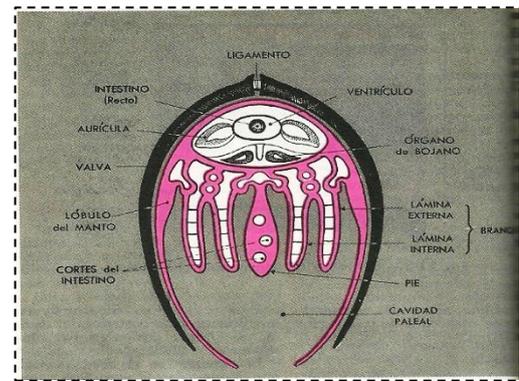


Figura 4.19: Esquema figurativo  
(Dos Santos Lara, 1966: 64)

Las figura 4.18 y 4.19 constituyen ejemplos de esquemas de alta modalidad tecnológica que reproducen, desde diferentes enfoques, la estructura interna de una almeja. Es muy frecuente, en esta etapa, la utilización de múltiples enfoques realizados mediante distintos esquemas que permiten al observador reconstruir el espacio e imaginar el tamaño relativo de los órganos y la disposición de los mismos en el interior del organismo<sup>8</sup>. Estas imágenes completan una descripción minuciosa que también refiere ubicaciones y relaciones entre elementos.

Con este tipo de esquemas más abstractos coexisten otros figurativos que realizan simultáneamente dos objetivos de observación. Por ejemplo, los libros de Botánica y Zoología de editorial Cesarini (Dembo) incluyen ilustraciones del profesor Spont, quien diseña esquemas figurativos en los que el manejo de colores, líneas y sombras se acercan al

<sup>8</sup> En estos casos la modalidad interactúa con otro recurso del significado interpersonal que es la *actitud*. Determinada por la elección de un ángulo y un enfoque, la *actitud* permite seleccionar qué cara del objeto representado se observa y con ello determina una ubicación para el observador.

efecto de una imagen fotográfica que evoca la percepción naturalista, al tiempo que conservan, en el corte del dibujo y en la identificación con rótulos, rasgos de una orientación tecnológica, destinada a diferenciar las partes de un organismo. El mismo ilustrador es autor de los dibujos del cuerpo humano de modalidad naturalista alta, que siguen la tradición del grabado anatómico y representan en detalle la morfología y la disposición de huesos, músculos y órganos.

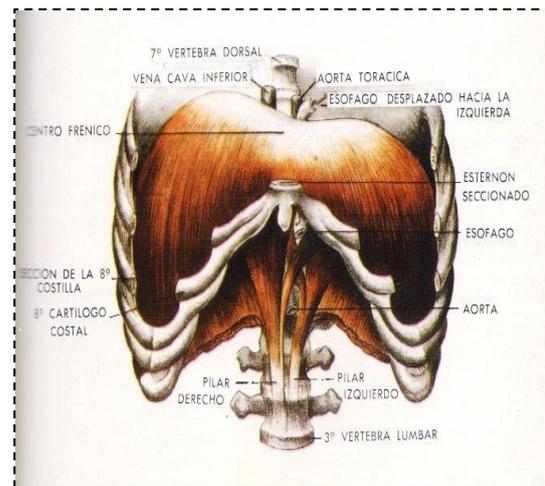
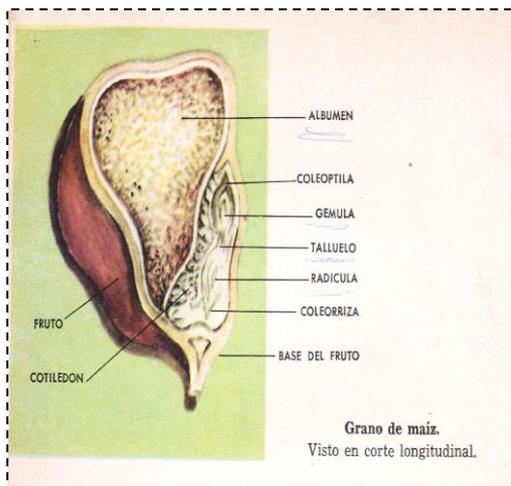


Figura 4.20: Esquema figurativo (Dembo, 1979a: 20) Figura 4.21: Esquema figurativo (Dembo, 1979b: 151)

La figura 4.20 muestra el corte longitudinal de una semilla de maíz. El dibujo figurativo muestra el aspecto exterior del grano de maíz con bastante realismo y al mismo tiempo, el corte longitudinal pone en evidencia la conformación interna de la semilla. El observador encuentra esta información también en el texto escrito que ofrece una descripción de la morfología externa y de la estructura interna de la semilla.

La figura 4.21 representa un corte frontal del diafragma en el que se señalan, mediante rótulos, la estructura ósea que sostiene al diafragma y los conductos que lo atraviesan. La imagen ayuda a imaginar las relaciones espaciales de los elementos que también son descritas por el texto. Además, gracias a la orientación del naturalista del dibujo y a los colores modulados, el observador puede percibir la apariencia de los músculos y huesos.

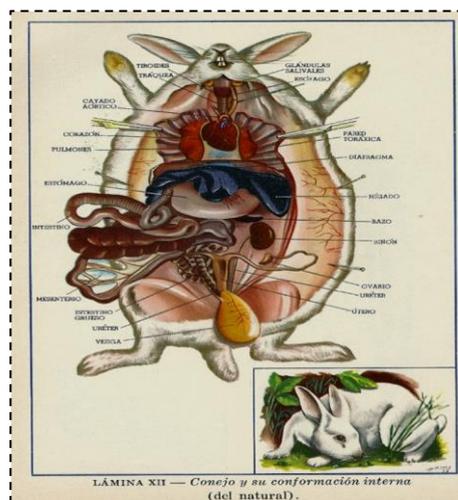


Figura 4.22: Esquema figurativo de disección (Dos Santos Lara, 1966: lámina XII)

La figura 4.22 es un esquema de disección, de orientación naturalista alta, que exhibe el interior del cuerpo de un conejo y ofrece un detalle de los órganos. Encontramos estas figuras solo en los manuales de Troquel. Se presentan en una lámina de página completa con un rótulo que los identifica como reproducciones de una observación real. En efecto, se puede advertir en el dibujo la representación de los alfileres y las pinzas que facilitan la apertura del abdomen y el tórax. La imagen complementa, por un lado, una secuencia escrita que describe la organización interna del animal y por otro lado, completa las instrucciones para llevar a cabo una disección, práctica incorporada como sugerencia de actividad de laboratorio.

Los libros de Kapelusz (Fuster, 1965; Botto y Pérez de Calvo, 1971) presentan un empleo innovador que consiste en articular dibujos, fotografías, esquemas y micrográficas. En estos casos se yuxtaponen dos o más tipos de imágenes de distinta modalidad para representar el mismo elemento. Este tipo de composición, que ofrece múltiples puntos de vista al observador, se verifica en la figura 4.23.

Este caso presenta varias imágenes del *alga fucus*. El conjunto de ilustraciones amplía la información del texto escrito, que construye la siguiente secuencia: *plantas sin flores* > *algas* > *reproducción de las algas* > *forma sexual* > *alga fucus*. El texto escrito introduce la clasificación: las *algas fucus* constituyen, entre las *plantas sin flores*, un caso de *reproducción asexual*.

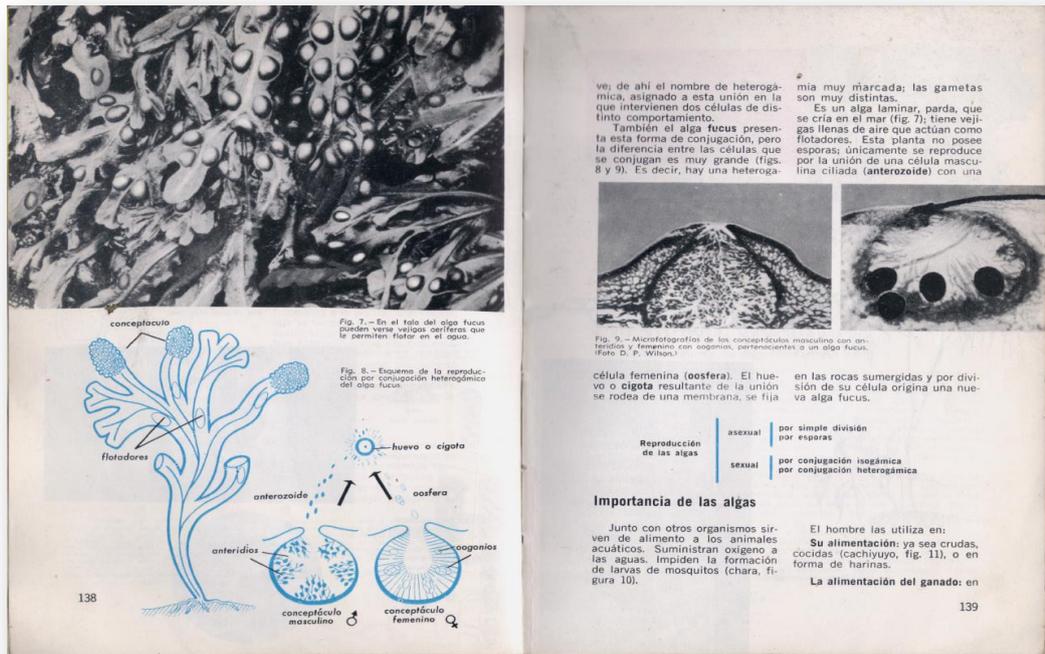


Figura 4.23: Conjunto de representaciones de distinta modalidad (Fuster y Galíndez, 1965:138,139)

Ubicado el organismo dentro de un sistema, las imágenes fragmentan su observación en cuatro niveles de profundidad creciente, para lo cual se recurre a una fotografía, dos esquemas y dos micrografías. La fotografía focaliza las vejigas de aire que permiten flotar al alga fucus, los esquemas reproducen respectivamente la ubicación de las vejigas y de los órganos de reproducción en la estructura del alga, y el proceso de reproducción. En la página siguiente, dos micrografías permiten ver la forma de las células masculinas y femeninas.

La complementación de distintas modalidades (*naturalista* y *tecnológica*) construye para el observador una descripción amplia del objeto de estudio y lo ayuda a relacionar las características morfológicas de la planta con el proceso de la reproducción. Este empleo de imágenes articuladas es un antecedente de los esquemas mixtos que aparecen en la última etapa.

### 3.1.3. Comprensión de procesos

En este período los esquemas orientación abstracta son mucho menos frecuentes que los dibujos y que los esquemas figurativos que representan cortes de organismos. Se los utiliza, como complemento de la explicación para visibilizar la ocurrencia de procesos que no

se pueden percibir a simple vista porque se producen en el nivel de células o tejidos, o porque están sujetos a un discurrir temporal.

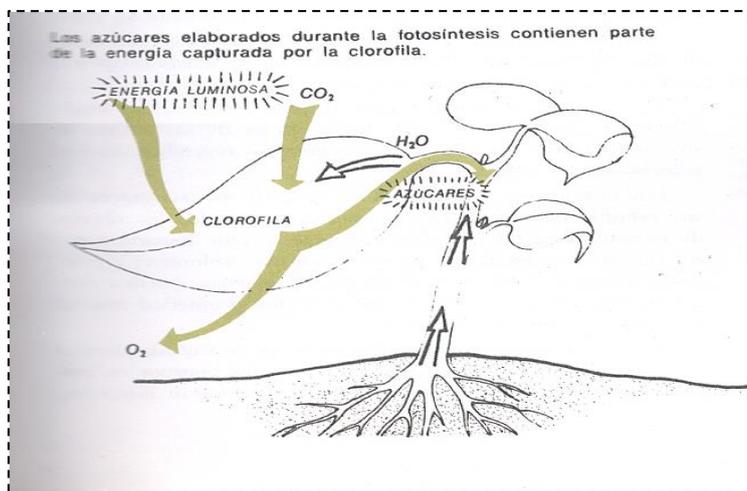


Figura 4.24: Esquema: modalidad abstracta (Botto y Pérez de Calvo, 1971a: 49)

En la figura 4.24 se representa el proceso de fotosíntesis, explicado en un texto que precede a la figura. El esquema, despojado de colores y realizado en trazos simples, es de orientación abstracta. La silueta de la planta está apenas bosquejada y se han exagerado el tamaño de la raíz y las hojas para marcar que ambas partes tienen funciones significativas en el proceso. Los vectores que suben por el tallo representan la absorción de agua y minerales; los vectores en color indican la transformación química que se produce en la fotosíntesis. Los términos 'energía luminosa' y 'azúcares' especialmente enfatizados, destacan dos elementos fundamentales del proceso: la energía que ingresa por las hojas y los azúcares que se obtiene en la fotosíntesis.

Aunque el esquema no reproduce el proceso en toda su complejidad, establece una asociación entre la estructura de la planta y la ocurrencia del proceso, enfatiza la noción de una transformación química y recupera conceptos clave incluidos en el texto escrito (*clorofila, energía luminosa, azúcares, oxígeno, dióxido de carbono, agua*).

En síntesis, en este período se pueden asociar distintos tipos de modalidades que predominan en las representaciones a diferentes objetivos de observación de los objetos de estudio. Por un lado los dibujos figurativos -de modalidad naturalista media o alta- y las fotografías, generalmente en blanco y negro, se utilizan para: a) la identificación de organismos que el texto escrito incorpora a una taxonomía y b) el reconocimiento de rasgos con funciones específicas en dichos organismos. El segundo objetivo se realiza con mayor

frecuencia por medio de dibujos, dado que la calidad de resolución y la falta de color de las imágenes fotográficas no permiten todavía la definición de detalles.

Un tercer objetivo consiste en la comprensión de estructuras no perceptibles a simple vista. Para ello se recurre a micrografías o a esquemas figurativos de orientación tecnológica que funcionan como ‘mapas’ de los organismos.

Otro tipo de conocimiento que no se puede captar mediante una observación a simple vista es el que se vincula con procesos vitales o con mecanismos de transformación de los organismos. Para este tipo de saberes se recurre a esquemas de orientación abstracta media o alta que permiten mostrar modificaciones en el transcurso del tiempo tales como ciclos de reproducción o crecimiento o procesos químicos como la fotosíntesis.

### 3.2. Segundo período: 1979 - 1994

En este período, el enfoque del aprendizaje por descubrimiento, que pone los procedimientos en el centro de la escena y estimula operaciones como la comparación, la clasificación, la interpretación (capítulo 6), coincide la incorporación de imágenes de mejor calidad. Así, la etapa se caracteriza por la utilización extendida de la fotografía y la micrografía en color y por el desarrollo de esquemas que realizan mayor cantidad de significados mediante la combinación de colores, formas y líneas. Se analizan a continuación ejemplos representativos del uso didáctico de las distintas modalidades.

#### 3.2.1. Identificación de ejemplares y comprensión de procesos

Uno de los cambios significativos en este período, es el empleo de fotografías en color que se hace extensivo a todos los manuales (Dutey y Nocetti, 1987; Espinoza y otros, 1989 ; Zarur; 1981, Copello y Perés, 1979). Las representaciones fotográficas ocupan más espacio y tienden a reemplazar a los dibujos. El color, el brillo y la buena resolución de estas representaciones de orientación naturalista ofrecen un registro más realista que el de los manuales más antiguos.



Figura 4.25: Fotografías: modalidad naturalista alta (Espinoza, Espinoza, Lacreu y Rubel, 1989: 74)



Figura 4.26 : Fotografías: modalidad naturalista alta (Dutey y Nocetti, 1987b: 164)

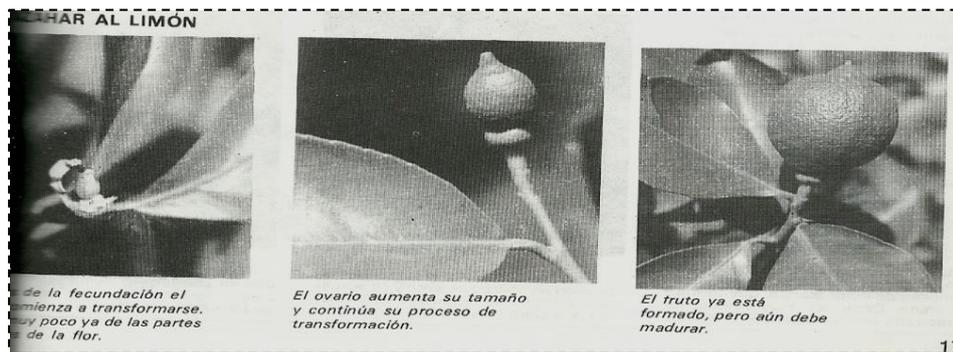


Figura 4.27: Modalidad naturalista: proceso de crecimiento de un fruto (Dutey y Nocetti, Biología 2, Huemul, 1987, 179)

No obstante, las fotografías en este período cumplen los mismos propósitos de observación que se registran para el período anterior. Se las emplea para la identificación de ejemplares incluidos en una taxonomía, como los reptiles de la figura 4.25; o para mostrar rasgos morfológicos de plantas o animales, como los ejemplos de la figura 4.26, en los que se focalizan órganos de las plantas. También suelen reproducir procesos, tal como lo muestra la figura 4.27, en la que una secuencia de fotografías introduce tres etapas del crecimiento de un fruto de limón. En este caso, la fotografía destaca solo la transformación visible y carece del poder explicativo de un esquema en el que se pueden representar simultáneamente aspectos internos y externos de un proceso.

### 3.2.2. Observación de especies en su hábitat

La adopción de un enfoque ecológico y la necesidad de explicar conceptos como ecosistema, adaptación, mimetismo, a partir de 1979, se manifiesta en la utilización de fotografías en color que registran a los animales o plantas en su hábitat natural.



Figura 4.28 : Fotografías con contexto (Dutey y Nocetti, 1987b: 43)



Figura 4.29 : Fotografías con contexto (Copello y Perés, 1979: 78)

En la figura 4.28, perteneciente a un capítulo en el que se explican los factores abióticos que constituyen el hábitat, las tres fotografías ejemplifican el concepto de *soporte o sustrato*, referido a la superficie de apoyo que utilizan los animales para realizar sus funciones vitales. En tanto la imagen ayuda a asociar a cada animal con un tipo de sustrato, los epígrafes explican las funciones que el sustrato desempeña en cada caso.

En la figura 4.29, las fotografías de la rana y la oruga están incluidas en una capítulo que explica los mecanismos de adaptación de los animales al medio en el que viven. Ambas imágenes presentan casos de *mimetismo*: tanto los sapos como las orugas toman el color de las hojas como mecanismo de protección.

### 3.2.3. Reconocimiento de estructuras

La mejor calidad de las microfografías que se incorporan a los manuales permite proponer actividades de lecturas de estas imágenes. De este modo, se las utiliza a continuación de un desarrollo explicativo en el que aparecen esquemas de orientación abstracta para que el observador reconozca una estructura que ya ha sido descrita y dibujada.



Figura 4.30: Esquemas figurativos (Dutey y Nocetti, 1988: 28)

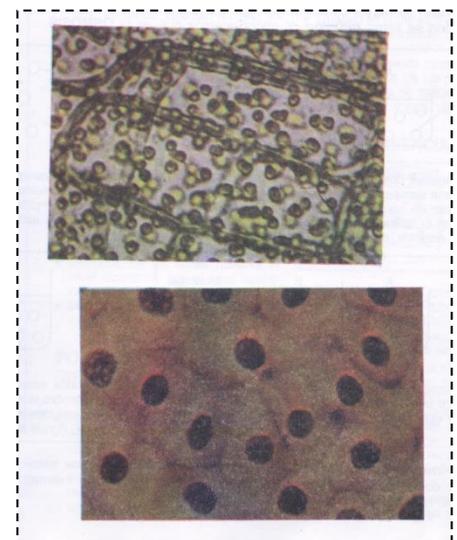


Figura 4.31: Microfotografías (Dutey y Nocetti, 1988: 29)

Las figuras 4.30 y 4.31 corresponden a una sección en la que se describen verbalmente y se esquematizan una célula animal y una vegetal. Las micrografías integran un conjunto de actividades de observación. El alumno debe identificar, en ellas, cuál es una célula animal y cuál una vegetal y debe fundamentar su elección. Para poder llevar a cabo la actividad completa debe comparar los esquemas entre sí, leer las descripciones que los acompañan y establecer la relación con las estructuras representadas por las micrografías.

A la incorporación de fotografías y micrografías de mejor resolución, se le suman los primeros esquemas mixtos, en los que se combinan distintas modalidades.

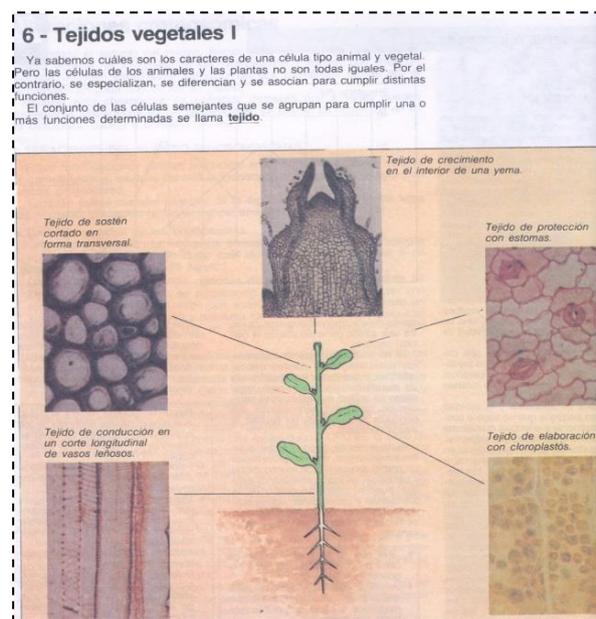


Figura 4.32: Esquema mixto: combinación de dibujo y micrografías (Dutey y Nocetti, 1988: 60)

En la figura 4.32 se disponen cinco micrografías alrededor del dibujo de una planta. El esquema despliega el tópico *tejidos vegetales*. En el texto escrito que precede al esquema se define la noción de tejido y se explica que las diferencias entre las células se corresponden con diferencias en sus funciones. La representación esquemática, que combina el dibujo con las micrografías, localiza distintos tipos de tejidos en diferentes partes de una planta. Esta vinculación permite asociar lo visible con lo invisible y ayuda a recordar las funciones de los tejidos.

### 3.2.4. Comprensión de sistemas

Hacia fines de la década de 1980, en coincidencia con la incorporación de tecnología digital, se advierte una mayor variedad en el diseño de esquemas. Aparecen los primeros esquemas mixtos y también algunos abstractos en los que recursos como el color, los vectores, las formas construyen significados abstractos y destacan relaciones entre conceptos. Estas representaciones (véase representaciones topológicas en el capítulo 3), son utilizadas para estimular la búsqueda de relaciones entre datos y la comprensión del funcionamiento de sistemas.

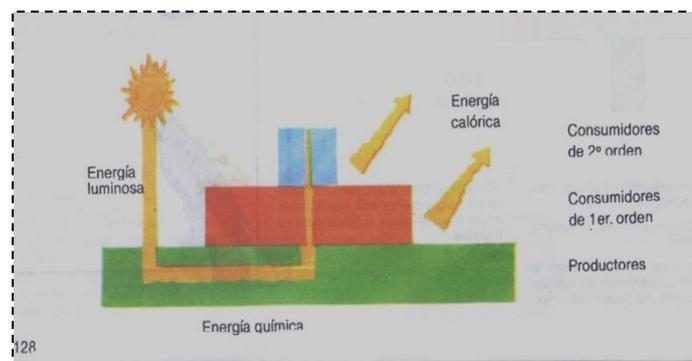


Figura 4.33: Esquema abstracto: pirámide de energía (Dutey y Nocetti, 1987a:128)

En la figura 4.33, el esquema de modalidad abstracta representa el ciclo de la energía en la cadena alimentaria. Cada escalón de la pirámide representa un eslabón de la cadena y un tipo de organismo (verde para productores, rojo para consumidores de primer orden y azul para consumidores de segundo orden). Los vectores amarillos indican la energía que se aprovecha y la que se pierde en el pasaje de un eslabón de la cadena a otro. Además la diferencia en el tamaño de los escalones expresa la cantidad de materia que pasa de un organismo a otro.

El diseño se apoya en la diferenciación de colores y en los vectores para representar los principios de funcionamiento de la cadena trófica: a) la transformación de la energía lumínica en energía química y calórica (vectores amarillos) y b) la transformación de la materia en los tres niveles representados (bloques verde, rojo, azul).

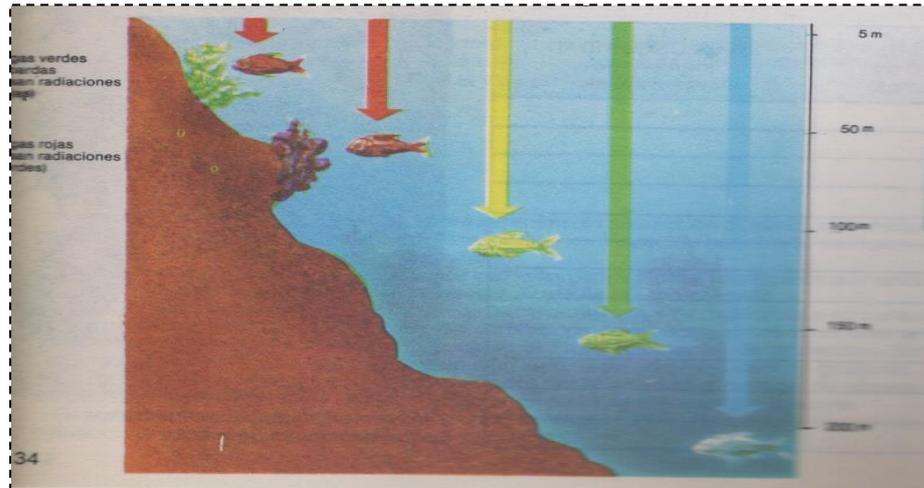


Figura 4.34: Esquema mixto (Dutey y Nocetti, 1987<sup>a</sup>: 34)

La figura 4.34 es un esquema mixto que combina el dibujo y la representación esquemática. En él se reproduce un corte del fondo del mar para mostrar cómo la luz afecta a los organismos. El dibujo forma parte de un gráfico en el que se relacionan *profundidad* (representada por la escala de la derecha) con *intensidad de la luz* (representada por vectores de distintos colores). Se espera que el observador establezca una comparación para comprender que las radiaciones azules y violetas llegan hasta los 200 m de profundidad, en tanto que las rojas desaparecen a los 5m, y que vincule la intensidad de la luz con la posibilidad de supervivencia de los organismos. Para ello se incluye una representación de algas rojas y verdes, que no pueden vivir más allá de los 30m porque necesitan absorber luz roja.

En suma, en esta etapa se reiteran los propósitos de observación del período anterior, pero han mejorado los recursos de realización de la modalidad naturalista con la incorporación de la fotografía en colores. La mayor innovación es la articulación de modalidades (naturalista y abstracta o naturalista y tecnológica) que ofrecen en simultáneo dos perspectivas de observación, tales como el reconocimiento de una estructura externa y la comprensión de una estructura interna, o la vinculación de datos que permiten comprender el funcionamiento de un sistema.

### 3.3. Tercer período: 1995- 2005

Hacia mediados de 1990 los libros mejoran notablemente la calidad de sus ediciones. A causa de la mayor competencia del mercado editorial y de incorporación de tecnología digital, la variedad y calidad de las imágenes aumenta. Las fotografías en colores, de muy buena resolución, introducen todo tipo de representaciones: detalles de organismos, ejemplares aislados, ecosistemas. Las macrofotografías se vuelven más frecuentes, cada vez que se requiere acercar la mirada a detalles de las estructuras externas de los animales y las plantas. Las microfotografías, procedentes de microscopios ópticos y de barrido, descubren a los destinatarios de los libros el universo de los microorganismos y la conformación de tejidos y células. En menor medida, se incorporan otros medios de visualización como imágenes endoscópicas, radiografías, termografías, que se suman a las representaciones de las secciones dedicadas al estudio del cuerpo humano. Finalmente, la versatilidad de la computadora para el diseño de imágenes da origen a gran diversidad de esquemas figurativos, mixtos y abstractos

Nos centraremos en dos innovaciones vinculadas con el recurso de la modalidad. Por un lado, el desarrollo de la orientación sensorial, que coexiste con las otras orientaciones y que se realiza mediante el color, el volumen y la textura. Por otro lado, la articulación de distintas modalidades en representaciones complejas. Analizaremos este último rasgo en las infografías, incorporadas inicialmente por la editorial Santillana en 1997 y adoptadas, más tarde, por otras editoriales.

#### 3.3.1. Captación de la mirada: la orientación sensorial como recurso retórico

En los textos de la última etapa se hace evidente una intención retórica que se traduce en la realización sensorial de la modalidad. Este rol de los recursos icónicos tiene su origen en el desarrollo del diseño en comunicación visual, potenciado en los '90 por la difusión de la tecnología digital. Una preocupación de esta disciplina es la interacción entre público y mensaje. Según los principios del diseño en comunicación visual, el factor estético es importante por su capacidad para generar atracción o rechazo en el primer contacto del observador con el mensaje. Lo estético afecta la extensión del tiempo perceptual que el

observador le dedica al texto y contribuye a la memorización del mensaje. (Frascara, 2011, 76 y ss.). El objetivo central del diseño es la generación de un acto comunicativo, por lo tanto la relación entre los elementos visuales debe facilitar la interacción de los destinatarios con el mensaje.

En los manuales de este período, es manifiesta la búsqueda de un equilibrio entre comunicación y estética. Expresiones como *atractivas imágenes* (Santillana, 1995: 2) o *fixar información de una manera clara y sencilla* (Santillana, 1997: 11), referidas al empleo del modo visual, dejan ver la preocupación de los autores por lograr textos comunicativamente eficaces, pero también pone en evidencia una clara conciencia acerca del doble valor del modo visual como portador de información relevante para la disciplina y como activador de una función expresiva y estética<sup>9</sup>. Tal expresividad constituye un recurso retórico en la medida en que captura la atención, despierta curiosidad y ayuda a la retención de información.

Algunas fotografías y dibujos, en los cuales se intensifica el color, se acentúan las formas, o se eligen enfoques poco convencionales, realizan una orientación sensorial destinada a provocar un efecto estético, especialmente cuando se presenta un tema en el inicio de una unidad.

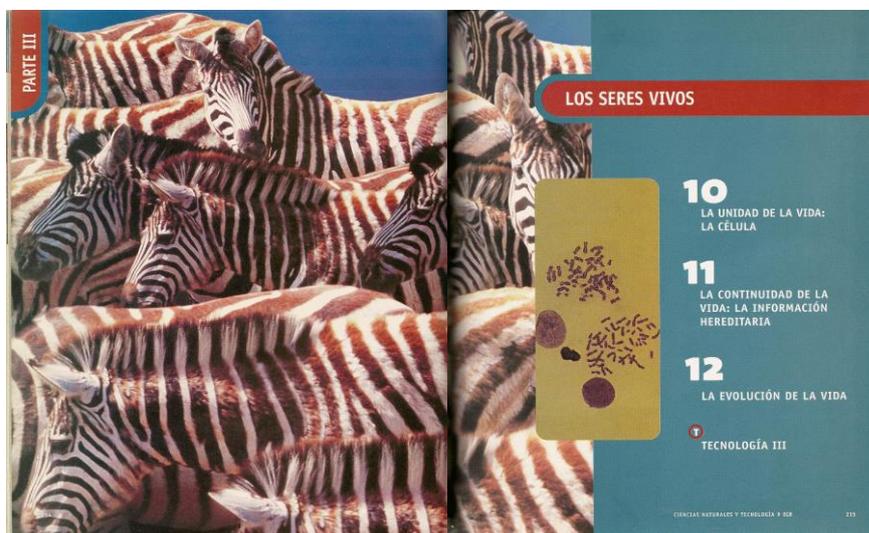


Figura 4.35: Orientación sensorial de la modalidad en presentación de unidad (Cerdeira, Silvia et al., 2005: 214, 215)

<sup>9</sup> Desde una perspectiva pragmática, Leech (1986: 68 y ss.) habla de la existencia de un *principio de expresividad*, difícil de definir y asociado a la redundancia de elementos y a la búsqueda de un alto grado de iconicidad entre el texto y el mensaje que se pretende comunicar. La exacerbación de la iconicidad y la intensificación del detalle, del color, la textura, el brillo es también una característica de la modalidad sensorial. Este principio se vuelve relevante en el discurso de divulgación destinado a niños (véase Vallejos, 2016: 7 y ss.)

En el ejemplo 4.35, el tamaño de las imágenes, su ubicación en la página, el enfoque frontal y la reiteración del blanco y el negro provocada por la agrupación de las cebras constituyen un foco de atracción para la mirada y evocan una sensación táctil al reproducir visualmente la textura de las pieles de los animales. La composición, extendida por más de una página, constituye lo que en diseño se llama una *vista* (Ambrose y Harris: 2005). Se trata de una imagen desplegada en un plano horizontal que ofrece una visión ampliada de un tema. En este caso además de agregar color a la composición, la imagen contribuye a la unidad temática y visual del diseño.

En los textos de algunas editoriales (Puerto de Palos, 2001; SM, 2003), se incluyen caricaturas o ilustraciones humorísticas que acompañan secuencias informativas o narrativas, en secciones de apertura o de información de carácter histórico o social. Estos dibujos evocan otros géneros como el comic o los dibujos animados, tradicionalmente alejados de los textos didácticos de la ciencia, pero no ajenos a los libros de divulgación científica infantil, en los que la retórica verbal y visual cumplen un papel decisivo en la comunicación de nociones disciplinares y técnicas<sup>10</sup>.

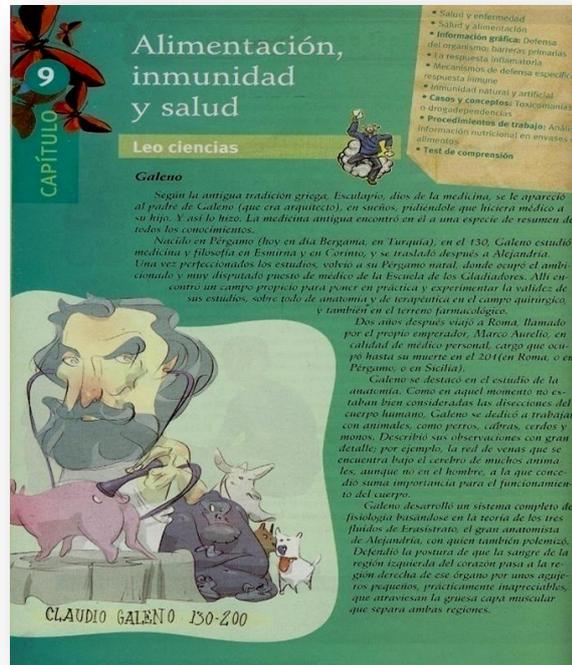


Figura 4.36: Caricatura en sección de historia de la ciencia (Carreras et al., 2001b:142)

<sup>10</sup> La caricatura constituye un recurso de humor utilizado frecuentemente en la divulgación científica infantil (véase Vallejos y Palmucci, 2011)

En la figura 4.36 se recurre a la caricatura para introducir la historia de la ciencia. En este caso el dibujo representa a Galeno, cuya biografía es narrada en el texto contiguo a la imagen. El médico griego es representado humorísticamente auscultando a un cerdo. Esta acción recupera el dato, aportado por el texto escrito, de que Galeno basó sus descubrimientos anatómicos en estudios aplicados a animales. La función retórica de la caricatura, a partir del humor que provoca la exageración del dibujo y de la evocación del comic, es ayudar a fijar en la memoria del lector-observador la importancia de Galeno y su aporte a la historia de la medicina.

La orientación sensorial se manifiesta también en la comunicación de contenidos curriculares. Esto sucede cuando el tamaño, la dimensión y la textura se vuelven recursos dominantes que ayudan a visualizar estructuras o formas.



Figura 4.37: Esquema de alta modalidad sensorial (Carreras et al.2001a: 86)

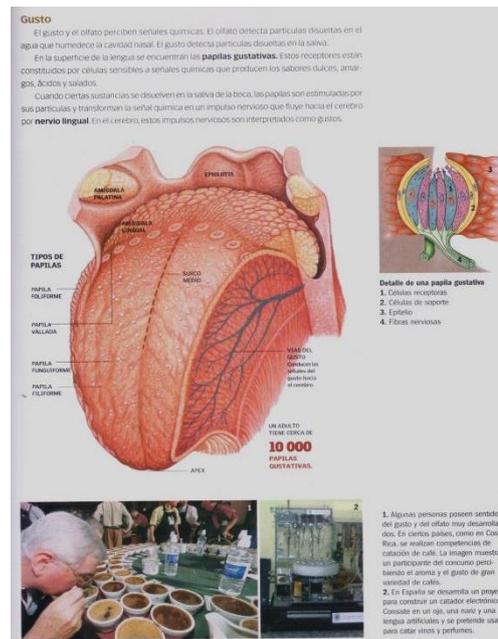


Figura 4.38: Esquema de modalidad sensorial (Abellán et al.,2005: 174)

La figura 4.37 forma parte de la explicación de la fotosíntesis. En ella se representa una *organela* de las células vegetales llamada *cloroplasto* en la cual se realiza la fotosíntesis. El tamaño y el brillo de la imagen central, el contraste del verde sobre el celeste y la representación tridimensional, construyen una modalidad sensorial que atrae la mirada y al mismo tiempo ayudan a retener la organización estructural del cloroplasto.

La figura 4.38 completa una explicación sobre el sentido del gusto. En este caso, la modalidad sensorial se realiza mediante la modulación del color que permite percibir la textura de la lengua. Este recurso se potencia con el tamaño relativo de la imagen y su centralidad en la página. A estos recursos se suma la representación de la profundidad que reproduce el objeto en tres dimensiones. El propósito de la imagen es mostrar la estructura de la lengua como órgano del sentido del gusto, por eso la textura que permite diferenciar las papilas es un recurso importante.

### 3.3.2. Comprensión de fenómenos complejos

El modelo constructivista, que subyace a los textos de este período, concibe la conceptualización como un proceso progresivo y recursivo. Esto implica que los contenidos son seleccionados y secuenciados según el grado de abstracción para orientar su construcción. Desde esta perspectiva, los alumnos poseen ideas básicas de distintos niveles, de las cuales parten para llegar al conocimiento deseable (Liguori y Nostre, 2005). El empleo de modalidades yuxtapuestas en las imágenes es coherente con esta concepción porque ofrece a la mirada un mismo contenido representado en distintos niveles de abstracción. La estrategia facilita el proceso de construcción de los conceptos al vincular fenómenos concretos y perceptibles a simple vista con los modelos que facilitan su interpretación.

El recurso de modalidades combinadas en una explicación aparece de diferentes maneras. En muchos casos las modalidades completan los significados que realiza el texto escrito (fig. 4.39), en otras ocasiones las modalidades se articulan en esquemas mixtos que amplían las explicaciones (fig. 4.40), finalmente, las modalidades yuxtapuestas se utilizan en infografías (fig.4.41), incorporadas en secciones especiales y destinadas a ofrecer una síntesis de las múltiples aristas que involucra un tema. Analizaremos un ejemplo de cada caso.

En la figura 4.38 se explica la reproducción sexual. El conjunto de imágenes que completan la explicación escrita se distribuye en tres grupos: dos esquemas abstractos en el encabezamiento, dos fotografías en el centro de la página y un esquema figurativo armado con fotografías en el margen izquierdo. Los esquemas abstractos diferencian dos tipos de fecundación: externa e interna.

Mediante volúmenes de diferente color y tamaño ubicados en paralelo, se marca el contraste entre dos tipos de uniones de *gametas* (fuera y dentro del cuerpo de la hembra). Esta

diferencia determina una clasificación de los animales que es introducida por el texto escrito: *ovulíparos* (fecundación externa), *ovíparos* (fecundación interna) y *ovovíparos* (desarrollados en huevos dentro del cuerpo de la hembra).



Figura 4.38: Articulación de modalidades (Bazán y Nisenholz, 2005: 94)

Las fotografías muestran ejemplos de cada forma de reproducción durante el estado embrionario. Acercan la mirada del alumno al aspecto de los huevos y embriones dentro del cuerpo de la hembra. Finalmente, el esquema de la izquierda muestra un proceso de fecundación y desarrollo de animales *ovulíparos* (rana). La yuxtaposición de un esquema abstracto, fotografías y un esquema figurativo contribuye a que el alumno vincule una noción más abstracta (tipo de fecundación) con el reconocimiento del estado embrionario de especies particulares, y además, que pueda visualizar el desarrollo de un proceso de fecundación en una especie.

La figura 4.39 es un esquema mixto en el que se combinan un dibujo abstracto y una serie de fotografías de alta modalidad naturalista. La imagen es el soporte para explicar un tipo de *nutrición heterótrofa* y forma parte de una serie de cinco esquemas que, con idéntico diseño, presentan otras formas de nutrición.



Figura 4.39: Articulación de modalidades (Abellán et al., 2005: 178)

El esquema muestra un proceso de digestión denominado *extracelular* porque la degradación de los alimentos se realiza dentro del tubo digestivo. Los vectores naranjas muestran el recorrido de los nutrientes. Los alimentos están representados por formas cúbicas y las sustancias ya degradadas, por esferas. El aparato digestivo se reduce a un tubo sin diferenciación de órganos. Los colores se usan convencionalmente para separar los nutrientes que el organismo absorbe (esferas naranjas) de los desechos que el organismo elimina (esferas celestes). La representación se centra en los principios del proceso y prescinde de detalles. Por el contrario, las fotografías muestran la diversidad en una selección de animales que comparten el mismo tipo de digestión.

### 3.3.2.1. La articulación de modalidades en las infografías

Se ha analizado, en el capítulo 3, la articulación de diferentes tipos de estructuras de representación. Se muestra a continuación la articulación de modalidades. La infografía

seleccionada (figura 4.41) explica la clonación. La información se despliega en distintos bloques en los que se combinan una orientación abstracta, realizada por esquemas y una naturalista, realizada por fotografías.

**Banco de Datos**

# CLONACIÓN

Un clon es un ser vivo cuyos genes son idénticos a otro. Dolly fue el primer mamífero creado por clonación, una técnica de reproducción asexual.

**LA OVEJA DOLLY**

**EL CREADOR**  
**IAN WILMUT**  
 Representante del equipo de científicos escoceses que, mediante la técnica de transferencia molecular, creó a Dolly.

**1 OBTENCIÓN DEL NÚCLEO DONANTE**  
 Se extrae el núcleo de cualquier célula no sexual, que contiene ADN (la información genética de la oveja A).

**2 FUSIÓN ELÉCTRICA**  
 El núcleo donante se unió por fusión eléctrica con el óvulo de la oveja B, al que previamente se le había extraído el núcleo.

**3 CULTIVO**  
 El óvulo de la oveja B, pero con el núcleo celular de la oveja A, fue puesto in vitro (en una probeta) hasta convertirse en embrión.

**4 DIVISIÓN CELULAR**  
 El embrión se subdivide por capacidad reproductiva. Con Dolly se utilizaron 29 embriones.

**5 TRASPLANTE**  
 Entre 3 y 6 días, después el embrión fue implantado en el útero de una tercera oveja, que realizó la gestación.

**6 NACIMIENTO**  
 A las cinco semanas de gestación normal nació Dolly, idéntica a la oveja A, donante del ADN.

**DOLLY NACIÓ LUEGO DE 277 INTENTOS**

**A CÉLULA**  
 Se extrajo de la ubre de la oveja A, de 6 años. De esta célula sólo se utilizó el núcleo.

**B ÓVULO NO FECUNDADO**  
 Extraída del ovario de la oveja B. Se desechó el núcleo y se usó el citoplasma.

**OVEJA A**  
 Raza Finn Dorset

**OVEJA B**  
 Raza Scottish Blackface

**FICHA DE IDENTIDAD**

RAZA	Finn Dorset
FECHA DE NACIMIENTO	23 de febrero de 1997
PESO AL NACER	6,6 kg
LUGAR DE NACIMIENTO	Intituto Rosin, Edimburgo
FALLECIMIENTO	14 de febrero de 2003

**CRONOLOGÍA DE LOS CLONES**

**FEBRERO DE 1997**  
 Nacimiento de Dolly. Fue presentada cuando tenía 7 meses por el equipo de científicos dirigido por el escocés Ian Wilmut.

**JULIO DE 1998**  
 Investigadores japoneses clonaron dos terneros con el método de Dolly y confirmaron que la técnica funcionaba.

**JULIO DE 1998**  
 Científicos de Hawaii realizaron 22 clones de ratones. Muchos de ellos sufrieron obesidad y murieron en forma prematura.

**MARZO DE 2000**  
 Investigadores de Escocia presentaron cinco cerdos clonados y pensaron en trasplantar órganos de animales a humanos.

**JUNIO DE 2000**  
 La primera cabra clonada nació en China, pero murió a las 36 horas a causa de problemas respiratorios.

**FEBRERO 2002**  
 Científicos estadounidenses anunciaron la primera clonación de gatos, tras clonar 87 embriones en ocho hembras.

**MARZO DE 2002**  
 Un equipo francés presentó varios conejos clonados y los consideró animales difíciles de reproducir artificialmente.

**DICIEMBRE 2002**  
 La secta raeliana informó, sin pruebas científicas, el nacimiento de Eva, quien sería el primer ser humano clonado.

FUENTE: DR. CLAUDIO CHILLIK (DIRECTOR MEDICO DEL CEGYR, ESPECIALISTA EN REPRODUCCIÓN HUMANA) / DIARIO EL MUNDO, ESPAÑA; DIARIO REFORMA, MÉXICO; DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA E INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE GRANADA, ESPAÑA; CALVIN COLLEGE

Figura 4.41: Infografía. Proceso de clonación (Bazán y Nisenholz: 2005).

El bloque consiste en una introducción verbal que enuncia el tema, define los conceptos de *clon* y *clonación* e introduce el caso de Dolly.

En el segundo bloque alternan la modalidad naturalista de las fotografías y la modalidad abstracta de un esquema. A la izquierda, la fotografía de Ian Wilmut, coordinador del proyecto, pone en escena la participación de los científicos en el evento. Por el contrario, el esquema que explica la clonación, de modalidad abstracta, borra toda presencia humana en el procedimiento. La representación esquemática, desplegada alrededor de la foto de Dolly, reproduce los distintos pasos de la técnica en seis etapas. Los dibujos, dispuestos secuencialmente, muestran las sucesivas transformaciones en la célula y la implantación del óvulo clonado en el animal. Las leyendas que se articulan con cada dibujo refuerzan la impersonalidad mediante la elección de los verbos (*se extrajo, se utilizó*). Al borrar la intervención humana, visual y verbalmente, el esquema prioriza los eventos y focaliza el experimento. La conexión entre la fotografía de Wilmut y el procedimiento queda librada al lector que debe inferir las acciones de Wilmut y la participación de otros científicos, a partir de referencias léxicas que acompañan su fotografía (*creador/representante del equipo*).

Al analizar la composición del esquema que explica la clonación, se observan también distintos niveles de abstracción. En el centro del esquema, la fotografía de Dolly recupera el ejemplo mencionado en la introducción. Esta representación *naturalista*, realizada en un plano corto que garantiza un máximo acercamiento al observador, ofrece un anclaje con la experiencia concreta, a partir del cual se puede pensar la clonación como proceso. En contraste con el naturalismo de la foto en colores, los dibujos presentan el procedimiento en forma abstracta, mediante la uniformidad del color, el despojamiento de detalles, la simplificación de las formas, la ausencia de volumen. La economía de recursos que los caracteriza los vuelve atemporales y podrían representar cualquier proceso de clonación.

El tercer bloque consiste en una sucesión de imágenes fotográficas que presentan casos de clonación llevados a cabo con otras especies, con posterioridad al experimento de Dolly. Este inventario de casos lleva al lector nuevamente al plano de lo observable. Las fotografías documentan un aspecto de la realidad representada. Las leyendas añaden datos como los nombres de los científicos responsables de los experimentos e incorpora circunstancias temporales. Sin embargo, la secuencia visual completa, en la que se marca una progresión cronológica, articulada con algunos comentarios acerca del resultado de los experimentos, construye la idea más abstracta de la proyección del experimento.

La vinculación entre modalidad *naturalista* y modalidad *abstracta* que el texto construye ubica al destinatario del manual como observador privilegiado de una creación científica llevada a cabo en el ámbito del laboratorio, al cual solo acceden los especialistas. La

experiencia tiene una dimensión observable (el producto de la clonación) y una dimensión para comprender (el proceso que la origina). En síntesis, el análisis de la infografía muestra la alternancia que produce la articulación entre imágenes de distinta modalidad, entre la observación de la realidad perceptible y la comprensión de procesos no perceptibles.

\*\*\*\*\*

## **Síntesis**

El primer período se caracteriza por el predominio de esquemas figurativos de orientación tecnológica, incluidos con el propósito de que los alumnos reconozcan estructuras externas e internas de los organismos. La misma orientación está presente en las micrografías en blanco y negro que se utilizan para presentar la teoría celular. Además, se registran dibujos de orientación naturalista asociados al propósito de identificar especies cuya clasificación es proporcionada por el texto escrito. También se emplean dibujos naturalistas para detallar la morfología de las plantas. En algunas ediciones aparecen fotografías en blanco y negro, que cumplen las mismas funciones. Las fotografías en colores todavía son escasas en esta etapa. La orientación abstracta se advierte en algunos esquemas que muestran procesos vitales.

El segundo período presenta un mayor despliegue de la orientación naturalista debido a la incorporación de fotografías en color, que comienzan a sustituir a los dibujos en la representación de animales y plantas como ejemplares de distintas especies. Asimismo, las fotografías, de buena resolución, sirven para registrar hábitats, en correspondencia con la incorporación de nuevos contenidos curriculares. La orientación tecnológica se manifiesta en un mayor número de micrografías, ahora en color, para mostrar la estructura celular y los microorganismos. Dentro de la misma orientación se siguen utilizando los esquemas figurativos para el reconocimiento de las estructuras internas de plantas y animales. La orientación abstracta cobra importancia con la aparición de esquemas que reproducen las relaciones entre elementos de un sistema. Su incorporación se debe a la inclusión de temas de ecología en los programas. Relacionados con estos contenidos, aparecen los primeros esquemas mixtos. La innovación de este período es la articulación de representaciones de distintas modalidades (naturalista, abstracta y tecnológica) que facilitan la comprensión de relaciones entre datos y de principios de funcionamiento de los sistemas biológicos.

En el tercer período, las fotografías sustituyen totalmente a los dibujos en la función de observación de la diversidad biológica y de los ambientes en los que se desarrolla la vida.

Su mejor resolución aumenta la modalidad naturalista en la representación de animales, plantas y ambientes naturales. Además se utilizan macrografías, que aumentan los detalles morfológicos y ayudan a percibir las texturas de tejidos orgánicos. Las micrografías siguen la tendencia de las fotografías, crecen en número y mejora su calidad. Como en los períodos anteriores, cumplen con el propósito de comprensión de la teoría celular, que se apoya en el reconocimiento de estructuras microscópicas.

Una innovación importante, asociada a la mejora de la calidad técnica, es la realización de la modalidad sensorial que adquiere relevancia como foco de captación de la mirada y que coexiste con las otras modalidades. Se realiza mediante fotografías de gran tamaño en la presentación de unidades temáticas, en micrografías, macrografías y esquemas figurativos, que aportan contrastes de color y acentúan los volúmenes. Por primera vez, aparece la caricatura, asociada a la perspectiva histórica y social de la biología. Al evocar en los destinatarios géneros populares como el dibujo animado y el comic, añade significados expresivos.

Finalmente, la mayor innovación radica en la articulación de modalidades. Este recurso, escasamente utilizado en la primera etapa y con mayor desarrollo en la segunda, se vuelve frecuente en esta etapa. Se lo encuentra en el despliegue explicativo, como complemento de una secuencia escrita y en esquemas mixtos que establecen relaciones entre conceptos. El nivel más complejo de articulación de la modalidad se verifica en *infografías*, en las que la combinación de modalidades propone un recorrido progresivo de la mirada que ayuda a comprender la complejidad de los fenómenos que se estudian.

En la tabla presentada a continuación se sintetiza la clasificación de imágenes propuesta a partir del análisis de la modalidad.

Tabla 4.4.: Propósito cognitivo-comunicativo y modalidad de las imágenes de los manuales.

<b>PERCIBIR</b>	<b>OBSERVAR</b>	<b>RECONOCER</b>	<b>COMPRENDER</b>
caricatura	fotografía con color	dibujo lineal	esquema mixto
macrofotografía	fotografía sin color	micrografía con color	
	dibujo naturalista	micrografía sin color	
		esquema figurativo	esquema abstracto
<b>ORIENTACIÓN SENSORIAL</b>	<b>ORIENTACIÓN NATURALISTA</b>	<b>ORIENTACIÓN TECNOLÓGICA</b>	<b>ORIENTACIÓN ABSTRACTA</b>
			- icónico
			+ icónico

V

# Transformaciones en los recursos de composición

Los caminos de lectura

“La creación de los vertebrados marinos muestra una guirnalda de peces a lo largo de los bordes superior y laterales (...) En aquella época los artistas habrían evitado (o incluso no habrían sido capaces de conceptualizar) el punto de vista cara a cara (...) debieron evitar esa orientación frontal porque la mayoría de las personas nunca había visto organismos marinos en dicha perspectiva antes del invento del acuario (...)” (Gould, 1999:68)



Creación de los vertebrados marinos  
(J.J. Scheuchzer, *Physica sacra*, 1730)

## Capítulo V

# Transformaciones en los recursos de composición

### Los caminos de lectura

Este capítulo está dedicado al estudio de las transformaciones del nivel textual que se produjeron en los manuales entre 1965 y 2005. En él se describe la utilización de los recursos que realizan el *valor de la información*, el *énfasis* y el *encuadre*, nociones que hemos presentado en el capítulo 1. Asimismo se caracteriza la articulación entre el texto escrito y el visual en relación con estos recursos.

El análisis releva usos innovadores motivados por diversos factores contextuales tales como la incorporación de tecnología en la producción de imágenes, el diseño y el cambio del perfil de los lectores.

Los recursos de composición revisten interés para la alfabetización visual en la medida en que las nuevas formas de diagramación de los libros tienden acentuar el peso de las imágenes en la página y a fragmentar el texto escrito, con lo cual se abren las posibilidades de otros recorridos de lectura.

En la primera parte del capítulo se describe la configuración semiótica de los recursos que realizan la composición textual. Luego, se analizan las transformaciones registradas en relación con estos recursos, para cada período delimitado. Finalmente se sintetizan comparativamente los resultados.

#### 1. El significado textual según la Gramática del diseño visual

Como se ha visto, en el modelo de Kress y van Leeuwen (1996), el significado textual vincula e integra, en una totalidad significativa, los elementos experienciales e interpersonales mediante tres sistemas interrelacionados: el *valor de la información*, el *énfasis* y el *encuadre*. Escritura e imagen se conectan en la composición de la página por medio de estos sistemas.

## 1.1. Valor de la información

En los textos multimodales o en los puramente visuales, los elementos de la composición adquieren un valor específico según ocupen distintas zonas del espacio total destinado a la presentación de la información. Estas zonas pueden ser leídas en dirección horizontal (izquierda/derecha), vertical (arriba/abajo), o desde el centro hacia los márgenes (centro/margen).

Cuando el eje de lectura es horizontal, los elementos ubicados a la izquierda representan lo dado, en tanto que los elementos ubicados a la derecha representan lo nuevo. Lo dado es mostrado como lo que el destinatario conoce, lo perteneciente al sentido común<sup>1</sup>. Lo nuevo es presentado como lo desconocido o como un nuevo punto de vista. Cuando un texto se extiende a lo largo de varias páginas, la información presentada como nueva en una página, se convierte en dada en la siguiente, para dar lugar a la introducción de nuevos contenidos (Kress y van Leeuwen, 1996:187).

Cuando el eje de lectura es vertical, la zona superior de la página suele destinarse a contenidos más abstractos o a la información general o esencial. En tanto, la zona inferior se reserva a contenidos más concretos, a la explicitación de detalles o evidencias. Si el texto escrito aparece en ubicación superior, tiene el papel rector de la lectura y la imagen en posición inferior le estará subordinada. Si por el contrario, la imagen está en la parte superior, el texto escrito que le siga servirá para darle desarrollo.

Finalmente, la lectura centro-margen también tiene un valor informacional. La composición se organiza a partir de un espacio central en el que se representa la información nuclear y un espacio circundante que contiene información subordinada. En ocasiones esta disposición centralizada de los elementos puede coexistir con un eje horizontal y/o vertical de lectura. La figura 5.1., que muestra la página de un manual, reúne las tres posibilidades de organización de la información.

Esta página ejemplifica, además, el concepto de *layout*, que puede traducirse como *composición*. El término es empleado en el ámbito de la tecnología gráfica para designar el modo de distribución de los elementos dentro de un diseño. En el marco de la multimodalidad, la organización de los significantes en el espacio de la página implica diferentes combinaciones entre lo escrito y lo visual, que abren posibilidades de nuevas relaciones entre significados. Por

---

<sup>1</sup> Esta distribución es similar a la estructura de dado-nuevo reconocida por Halliday para el lenguaje (1994: 298).

esta razón Kress (2010: 20) incluye el *layout* en la categoría de modo (tal como lo hace con la tipografía) y señala la necesidad de estudiar su potencial semiótico.

**Vertebrados que no dependen del agua**

Los reptiles, las aves y los mamíferos han desarrollado distintas estrategias para reproducirse en el medio terrestre y se han independizado por completo del agua.

Estos grupos son **amniotas**, es decir que el embrión se encuentra protegido por el **amnios**, una membrana que envuelve al embrión y contiene líquido para evitar su desecación.

**Huevo amniota**

El **amnios** es la membrana que rodea al embrión. Delimita una cavidad ocupada por el **líquido amniótico**, que le permite al embrión cierto movimiento, lo protege de los golpes y evita la deshidratación.

El **corion** se encuentra por debajo de la cáscara y es una membrana que cumple funciones respiratorias.

El **alantoides** elimina desechos y funciona como la "vejiga" del embrión.

**Embrión en desarrollo**

El **saco vitelino** contiene sustancias nutritivas para alimentar al embrión.

**Cáscara porosa**

**Mamíferos**

Todos tienen fecundación interna. Los machos poseen un **órgano copulador** con el que transfieren los espermatozoides al sistema reproductor de la hembra.

**Los monotremas son mamíferos ovíparos, como el ornitorrinco y el equidna.**

**La mayor parte de los mamíferos son placentarios. Retienen a su cría dentro del útero y desarrollan la placenta, una estructura a través de la cual se comunican el embrión y la madre.**

**En los marsupiales, como los canguros, las crías tienen un período muy corto de desarrollo dentro del útero. Completan su formación en el marsupio, una "bolsa" de piel donde se encuentran las mamas.**

**Reptiles**

Tienen fecundación interna. Los machos presentan un **órgano copulador**, que introduce los espermatozoides en el sistema reproductor de la hembra. Son **ovíparos**.

**Aves**

Tienen fecundación interna por superposición de las **cloacas**, una estructura en la que desembocan los conductos digestivo, urinario y reproductor, tanto en el macho como en la hembra. Son **ovíparos**.

**Guía de lectura**

- ¿Qué tipos de reproducción se presentan en los invertebrados?
- ¿Qué significa fecundación externa e interna?
- ¿Qué estructura reproductiva permitió a los vertebrados conquistar el medio terrestre?
- Describan la estructura de un huevo de reptil o de ave.
- ¿Cuáles son las diferencias reproductivas entre los distintos grupos de mamíferos?

CAPÍTULO 7 Reproducción en los seres vivos 117

Figura 5.1.: Ejes de lectura (Carreras et al., 2001c: 117)

El *layout* que aquí se presenta como ejemplo organiza el espacio en los tres ejes de lectura. En sentido vertical y dominante, se identifican dos columnas separadas por un espacio. Este eje establece una progresión del contenido de lo general a lo particular: 1) introducción de los grupos *amniotas* (modo escrito), 2) descripción de la estructura de un huevo *amniota* (esquema), 3) reproducción de mamíferos (fotos/epígrafe). En la segunda columna: 4) reproducción de reptiles (foto/epígrafe) 5) reproducción de aves (foto/epígrafe), 6) guía de lectura (modo escrito). El eje horizontal se utiliza para mostrar ejemplos de reproducción en mamíferos (fotos en la segunda columna). La lectura centro-periferia es propuesta por el

esquema del huevo y constituye el elemento de mayor peso visual de la composición, si bien los significados que realiza se integran con los otros significados presentes en la página.

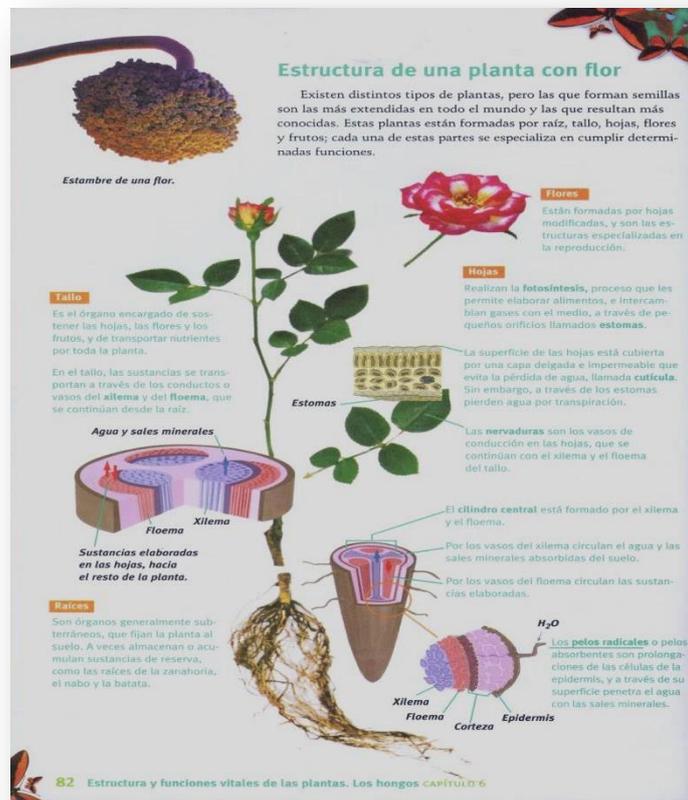


Figura 5. 2.: Eje adelante-atrás (Carreras et al., 2001a: 82)

A las tres direcciones de lectura propuestas por Kress y van Leeuwen debería agregarse la lectura en profundidad, que hemos registrado en el corpus de la presente investigación. En efecto, la creación de planos mediante la perspectiva y la superposición de recuadros o de textos sobre imágenes sugieren a la mirada una dirección de recorrido de la página que se complementa con las otras formas de distribución de la información<sup>2</sup>. En el discurso de la biología este recurso se utiliza para la construcción de significados experienciales (véase capítulo 3) y textuales que veremos en el desarrollo del capítulo. Un ejemplo del recurso aparece en la figura 5.2. La imagen presenta una superposición de planos que crea el efecto de profundidad. Los esquemas tridimensionales sobre la imagen plana del rosal dan relevancia a los tejidos de la planta, que atraen la mirada por sobre la figura en segundo plano.

<sup>2</sup> Para una aproximación a los diferentes recursos que representan la tercera dimensión y a los significados que pueden realizar véase van Leeuwen, 2005, pp.209- 217.

## 1.2. Énfasis

El énfasis se mide por el ‘peso’ de un elemento dentro de la composición, cualidad que se construye mediante la combinación de varios recursos: diferenciación de planos, tamaño, nitidez del enfoque, contrastes tonales (por ejemplo, bordes entre blanco y negro), contrastes de color (colores saturados frente a colores suaves), ubicación en el campo visual. La conjunción de estos recursos crea un espacio focalizado que puede o no coincidir con el centro real de la página.

El énfasis se utiliza para jerarquizar elementos en una composición. Al atraer la mirada del observador en diferentes grados, permite destacar aquello que resulta significativo dentro de un todo y construye la cohesión y la coherencia del texto. Este recurso se puede combinar con el *valor de la información* para dar preeminencia a lo dado o a lo nuevo, a lo abstracto o a lo concreto, etc. A modo de ejemplo, en la figura 5.3, las hojas en negro con las nervaduras destacadas en turquesa sobre un fondo gris poseen un mayor peso visual que los dibujos delineados en negro que aparecen en la parte superior de la página.

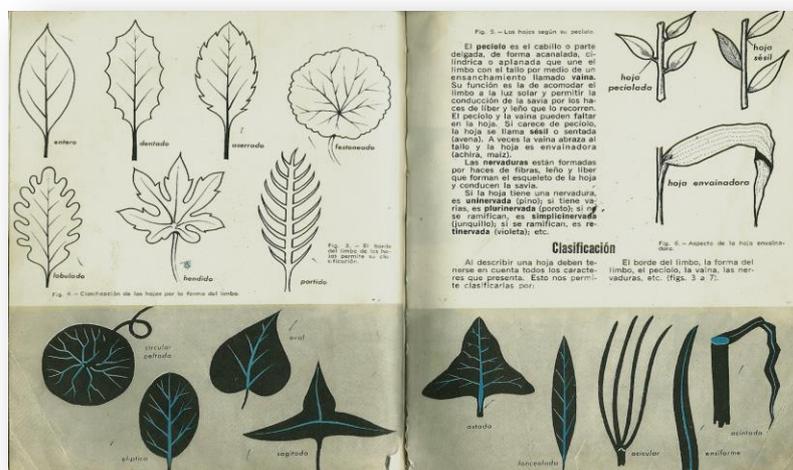


Figura 5.3.: Énfasis (Fuster, 1965: 60 y 61 )

## 1.3. Encuadre

Es la realización de significados de conexión o separación entre los elementos de una composición. Los recursos que lo realizan pueden ser líneas de distinto grosor, cambios de color

o de forma, espacios en blanco. El encuadre vincula o separa representaciones visuales entre sí, o bien imágenes y textos.

Las conexiones entre elementos suelen expresarse mediante vectores, líneas de perspectiva, mantenimiento de colores, marcos de diseño o tamaño homogéneo, que encierran elementos similares o con significados compartidos. Los elementos conectados tienden a representar unidades de significado. Por el contrario, la separación entre elementos es destacada mediante líneas divisorias, recuadros, cambios de color o forma, espacios en blanco. Una separación muy marcada es indicador de diferencias de significado entre los elementos de una composición.

A su vez, la desconexión puede darse en distintos grados y puede realizarse como una *rima* o un *contraste*. Cuando hay *rima*, los elementos, aunque separados, comparten un rasgo que se replica y los une (uso de los colores y estilos de vectores en la figura 5.4.); cuando hay contraste, los elementos difieren cualitativamente (Van Leeuwen, 2005: 6).

Por otro lado, la conexión implica la integración de elementos. A veces un texto escrito se acerca o superpone a una imagen, en otras ocasiones es la imagen la que invade el espacio del texto. Como se verá en este capítulo, estas variantes de integración tienden a asociarse a diferentes períodos del corpus que estudiamos.

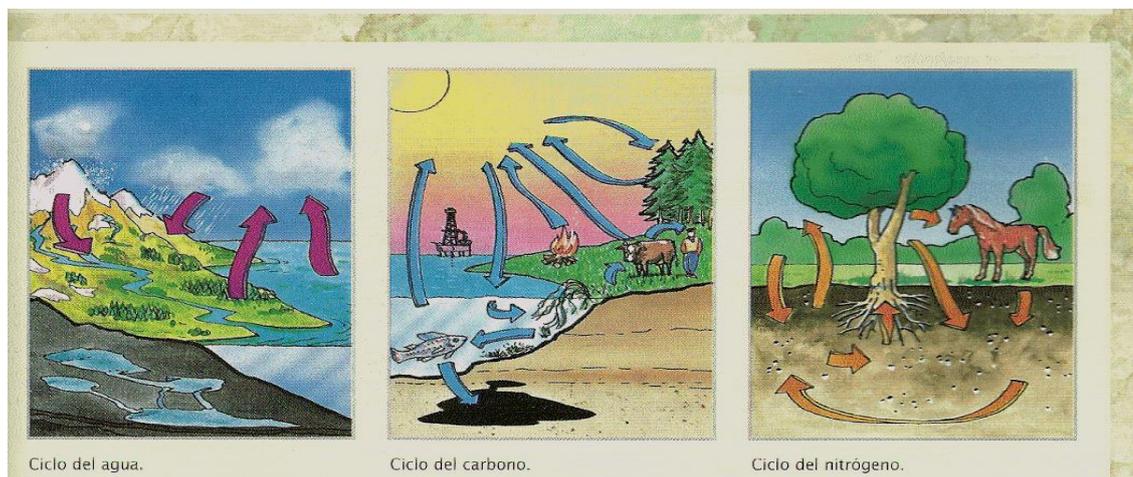


Figura 5.4: Encuadre (Barderi et al., 1995: 133)

En la figura 5.4, los recursos de separación son los espacios blancos que enmarcan y distinguen tres esquemas diferentes entre sí (correspondientes al ciclo del agua, del carbono y del nitrógeno). Sin embargo existen elementos de conexión que indican que los tres cuadros muestran casos del concepto, más abarcador, de *ciclo*. Estos recursos son el tamaño idéntico de

los recuadros, su disposición en un mismo nivel, el empleo de colores similares y la presencia de flechas que representan un proceso de transformación. En este encuadre, la *conexión*, más fuerte que la *separación*, hace que se privilegie la noción de *ciclo* por sobre los procesos particulares del agua, del carbono y el nitrógeno.

La composición de un texto habilita el orden de la lectura. Cuando en una página predomina el texto escrito, la lectura es lineal: de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, línea por línea. Cuando el texto es multimodal, el patrón de lectura tiende a ser más libre. Sin embargo, las páginas siempre proponen un camino al lector que generalmente comienza con el elemento más enfatizado para pasar de éste al siguiente elemento destacado.

Cuando no predomina la lectura lineal, se abren posibilidades de recorrido y se puede hablar del ‘camino de lectura más plausible’ en función de lo que el texto sugiere, independientemente de lo que hagan los lectores particulares en el procedimiento real. Cuantos más elementos destacados posea un texto es más probable que antes de leerlo se lo recorra con la mirada para ubicar la información enfatizada y ordenar la lectura. Por otra parte, entre los componentes visuales y verbales, existen relaciones semánticas de temporalidad, causalidad, oposición, especificación. Estos vínculos de significado, que deben ser recuperados para obtener sentido del texto, ponen límites a la libre elección del camino de lectura<sup>3</sup>. Este puede ser en sí mismo una fuente de significado: la lectura circular sugiere un recorrido en círculos concéntricos desde un mensaje central; la lectura lineal horizontal constituye un progreso, un movimiento desde el origen hacia el futuro; la lectura lineal vertical marca jerarquías, van de lo general a lo específico.

Los principios que hemos descripto son válidos tanto para una página puramente visual como para el diseño de una o dos páginas contiguas realizadas en modos verbal y visual. Analizar el significado textual implica tener en cuenta cómo operan los recursos en la integración e influencia mutua de los modos visual y escrito. En otras palabras, desde esta perspectiva, la imagen no es ilustración de la palabra, tampoco la palabra realiza funciones de anclaje (Barthes, 1964). Según la noción de multimodalidad, un texto no es la suma de sus partes, sino que las partes interactúan entre sí para producir significados. En palabras de Kress y van Leeuwen

(...) the visual component of a text is an independently organized and structured message – connected with the verbal text, but in no way dependent on it (...)

---

<sup>3</sup> Los modelos propuestos para estudiar las relaciones semánticas en un texto multimodal se fundan en la clasificación de Halliday de complejos de cláusulas. (véase Martinec y Salway, 2005 y van Leeuwen (2005: 120)

(...) language and visual communication both realize the same more fundamental and far-reaching systems of meaning that constitute our cultures, but that each does so by means of its own specific forms, and independently. (1996:17)

## 2. Análisis de los recursos de composición

### 2.1. Primer período: 1965-1978

La construcción del significado composicional, en la etapa comprendida entre 1965 y 1978, presenta dos características relevantes: la centralidad del texto escrito que determina el *valor de la información*, de manera que lo escrito precede a lo visual, y la valorización de las imágenes mediante recursos de *encuadre* y de *énfasis*.

La centralidad del modo verbal en la composición representa una continuidad en la composición de los manuales de décadas anteriores. La describiremos para poder contrastar esta realización textual con la nueva forma que empieza a manifestarse a partir de 1979. La innovación del primer período consiste en el empleo del color que da *énfasis* a las representaciones y también como recurso de *encuadre*.

#### 2.1.1. Centralidad del texto escrito

En este período, la composición de los manuales se ajusta a la forma tradicional centrada en la escritura. El modo verbal domina el orden de la lectura y habilita el pasaje hacia la observación de la imagen. En efecto, la relación dado-nuevo es establecida por el texto escrito, que fija una direccionalidad de lectura de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, independientemente de que existen dos posibilidades de diagramación.

La primera de estas alternativas consiste en una diagramación de una columna (Editorial Cesarini). En este caso se registran dos ubicaciones posibles para las imágenes: sobre un costado de la página, cortando la columna escrita (figura 5.5.) o intercaladas en mitad de una página, interrumpiendo el texto escrito (figura 5.6.). En ambas distribuciones, la separación entre imágenes y texto es nítida. Sin embargo, la contigüidad de lo visual y lo verbal configuran un continuo de información en el que las palabras asumen el desarrollo del tema y los dibujos las complementan. La mirada pasa naturalmente de un modo a otro y los epígrafes que acompañan las imágenes refuerzan los significados.



Figura 5.5: Figura que corta la columna escrita (Dembo, 1971:40)

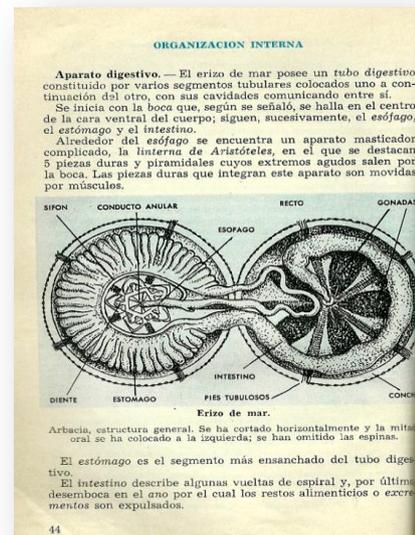


Figura 5.6: Figura intercalada en la mitad de un texto (Dembo, 1971: 44)

El segundo tipo de diagramación es de dos columnas (Troquel y Kapelusz). En estos casos las imágenes se disponen abarcando una o las dos columnas y no establecen necesariamente una continuidad con lo verbal. Este diseño permite incorporar un mayor número de figuras y los recursos de conexión entre lo escrito y lo visual son las referencias numéricas que orientan el orden de observación de las imágenes. Estas se distribuyen indistintamente en cualquier margen de la página e inclusive, en una página anterior o posterior a la que contiene la referencia. La mención de la figura, indicada entre paréntesis, sugiere un camino de lectura desde el texto escrito hacia la imagen. En este proceso, los significados propuestos inicialmente por el modo verbal son completados por una representación visual cuyo sentido, a su vez, es cerrado y acotado por la presencia de un epígrafe<sup>4</sup>.

En síntesis, en el nivel textual, la relación palabra-imagen se manifiesta de tres maneras:

4 Cuando describimos este orden de lectura nos referimos al orden propuesto por el texto. Es necesario tener en cuenta que la presencia de imágenes enfatizadas por el color y el encuadre podría atraer la atención del lector antes que el texto. La verificación de lo que sucede en el proceso real de lectura excede los objetivos del presente trabajo, de modo que siempre que hablemos del orden de la lectura será en relación con la propuesta composicional del texto.

- a) el texto anuncia la presencia de una imagen próxima vinculada al tema que se está explicando;
- b) se intercalan referencias entre paréntesis en el texto verbal, para indicar al lector la proximidad de una imagen;
- c) la imagen se acompaña con un epígrafe que la identifica, repite la referencia y, en ocasiones, agrega una descripción.

Las opciones a y b son posibilidades alternativas que se combinan, en la mayor parte de los casos, con la realización c. En la figura 5.7 se puede ver cómo funciona la conexión entre ambos modos.

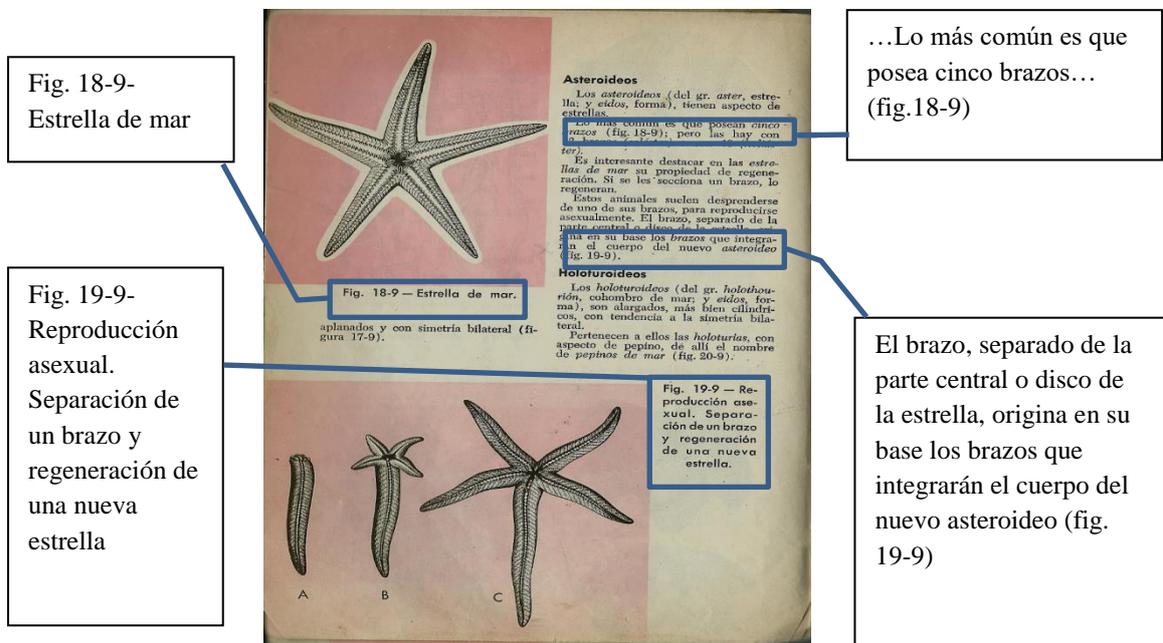


Figura 5.7.: Relación palabra-imagen en el nivel textual.  
(Dos Santos Lara, 1966: 192)

El texto escrito describe la estrella de mar y explica el proceso de reproducción. Mediante referencias numéricas (18-9 y 19-9) se anuncian los dibujos que completan la descripción y la explicación. Los epígrafes que acompañan ambos dibujos refuerzan los significados presentados en el texto escrito.

En suma, los recursos encargados de establecer el vínculo entre texto e imagen son verbales. Es la palabra la que señala en qué momento de la lectura corresponde observar la imagen y la que fija su significado reforzándola con descripciones o explicaciones. Si bien la ubicación de figuras en la página suele mantener proximidad con la explicación verbal, no resulta relevante su lugar de aparición, dado que su lectura es indicada desde el texto central. De

este modo, se crea un camino cíclico de lectura desde el texto escrito hacia la imagen y nuevamente hacia el texto escrito.

### 2.1.2. Valorización de las representaciones visuales

Hacia mediados de los años '60, las realizaciones visuales adquieren relevancia especialmente debido a la introducción de innovaciones técnicas. En esta década, para la impresión de manuales, se combinan el *offset*, que permite reproducir grandes tiradas de material a bajo costo, y la *cuatricromía*, procedimiento que posibilita la impresión en colores (véase capítulo 2). Como consecuencia, aumenta la cantidad de figuras que se incluyen por página y las imágenes son destacadas en la composición mediante el *énfasis* y el *encuadre*.

Estos cambios no se registran simultáneamente en todas la propuestas editoriales coexistentes en una época. Los libros de Kapelusz y Troquel presentan innovaciones en el empleo de imágenes desde 1965. Los manuales de editorial Cesarini replican las mismas ilustraciones en distintas décadas e incorporan el color recién en la década de 1970. Esta transición se observa en las figuras 5.8., 5.9, y 5.10.

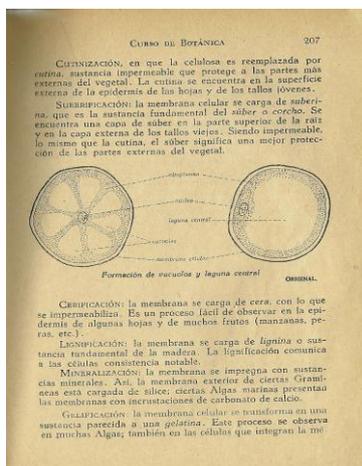


Figura 5.8. : Distribución de imágenes en 1953 (Dembo, 1953: 207)

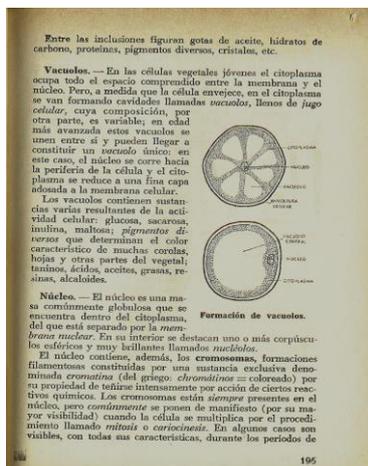


Figura 5.9: Distribución de imágenes en 1965. (Dembo, 1965: pág.195)



Figura 5.10: Distribución de imágenes y color en 1979 (Dembo, 1979a: 211 y 211)

Teniendo en cuenta que no todas las editoriales introducen nuevos recursos en la misma época, nos centraremos en los libros de diseño más innovador para analizar las transformaciones.

2.1.2.1. Incremento en la cantidad de imágenes

El primer indicador de la valorización de las representaciones visuales es de orden cuantitativo. Hacia 1965 tiende a aumentar la cantidad de figuras incluidas en cada página. Mostraremos dos casos que documentan la tendencia general registrada en los manuales de Kapelusz y Troquel. El primero permite comparar cómo crece el número de imágenes en los libros de Kapelusz en 1965. La edición de 1946, que continuaba publicándose en los '50, incluye dos dibujos para mostrar la morfología de la flor de zapallo (figura 5.11).

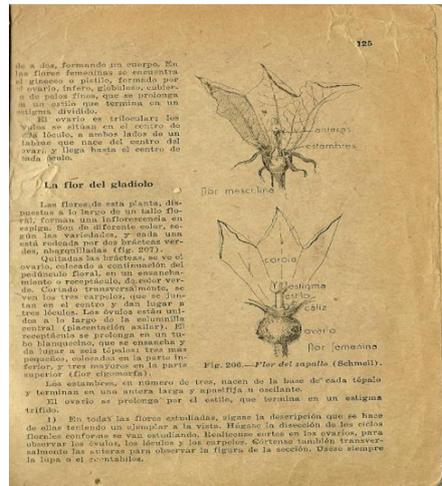


Figura 5. 11: Composición en edición de 1946 (Fuster, 1946: 125)

La edición renovada de 1965 (figura 5.12) agrega a estos dibujos una fotografía en color y una secuencia de tres fotos en blanco y negro que representan distintas etapas del crecimiento de la flor. El nuevo diseño ofrece más elementos para la observación pero resigna espacio para la explicación verbal.



Figura 5.12: Imágenes de la flor del zapallo (Fuster y Galíndez, 1965: 110 y 111)



Lo afirmado en este prólogo pone en evidencia la importancia asignada al color como recurso para la comunicación de contenidos. Este recurso, concebido como elemento plástico<sup>5</sup>, posee un potencial de expresión que se aplica a la construcción del significado textual en los manuales que estudiamos. Se registran dos funciones plásticas (Villafañe, 1998: 97) del color que inciden en la composición:

a) La perspectiva *valorista*, que consiste en emplear un gradiente de intensidades lumínicas para generar luces y sombras que creen el efecto de volumen en el objeto representado. El recurso aparece en la representación de plantas, animales y órganos. Estas se convierten en el foco de atracción de la mirada frente al texto escrito, caracterizado por la regularidad de contorno y uniformidad cromática de la tipografía. En efecto, el predominio de la palabra escrita en el diseño de un libro propicia un equilibrio visual que caracteriza a los textos desde la invención de la imprenta (Dondis, 2010: 112). La irrupción de imágenes cromáticas y con volumen produce un cambio hacia un tipo de composición caracterizada por el contraste. Este constituye una estrategia visual que intensifica el significado, lo vuelve más dinámico y atrae la mirada del observador (114).

b) El empleo del contraste cromático aplicado a la diferenciación de una forma sobre un fondo. Este recurso, utilizado para enmarcar diferentes esquemas, permite una mejor percepción de las representaciones que muestran las estructuras de los organismos.

La perspectiva *valorista* como recurso de *énfasis* se ilustra en las figuras 5.15 y 5.16. En estas representaciones el color es modulado con tonos de gris para lograr la tridimensionalidad y además las figuras aparecen superpuestas a un fondo de color saturado que acrecienta la percepción de relieves. Esta realización, además, acentúa el carácter naturalista de las representaciones, rasgo que hemos analizado en el capítulo 4.

---

<sup>5</sup> El color se estudia a partir de dos dimensiones: una objetiva, que lo presenta como experiencia sensorial, como fenómeno físico, y otra plástica, que lo considera un elemento morfológico de la imagen, fundamental para la construcción del espacio (Villafañe, 1998). En el presente trabajo dejaremos de lado la primera y adoptaremos la segunda que nos permitirá dar cuenta del uso del color en la producción de los significados

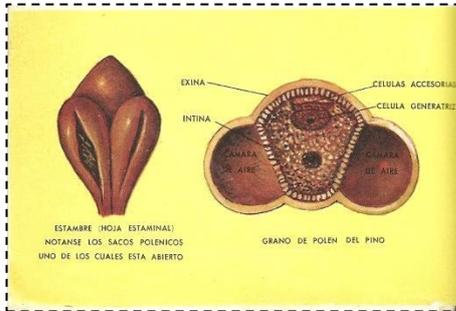


Figura 5.15: Uso valorista del color (Dembo, 1979a: 46)



Figura 5.16: Uso valorista del color (Dembo, 1979a:33)

El recurso del contraste se utiliza al enmarcar esquemas. En estos casos el encuadre se realiza mediante un pigmento único (cian, magenta o amarillo) sobre el que se destaca una representación esquemática. El contraste de colores entre fondo y forma facilita la percepción de la representación. Además, la presencia del color contribuye a separar lo visual de lo verbal. Así, las imágenes están delimitadas por recuadros sombreados en un color o se realizan en un tono que contrasta sobre un fondo recuadrado gris o negro (fig. 5.17, 5.18, 5.19, 5.20).

También se utiliza un pigmento para destacar la forma de un elemento sobre el fondo blanco de la hoja (fig. 5.20, derecha). Estos recursos predominan en las diagramaciones de dos columnas donde las imágenes se sitúan en las zonas periféricas de la página.

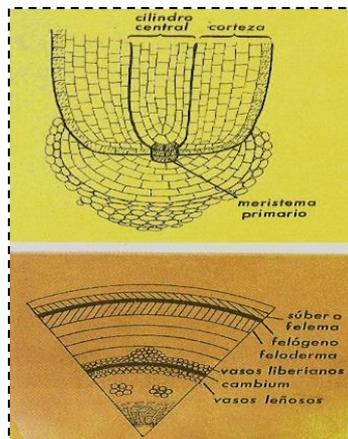


Figura 5.17: Dibujo sobre superficie en color (Fuster y Galíndez, 1965: 185)

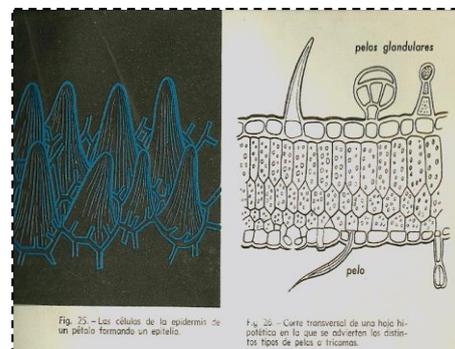


Figura 5.18: Dibujo en color sobre superficie negra (Fuster y Galíndez, 1965: 187)



Figura 5.19: Dibujo sobre recuadro en color (Dos Santos Lara, 1966: 49)

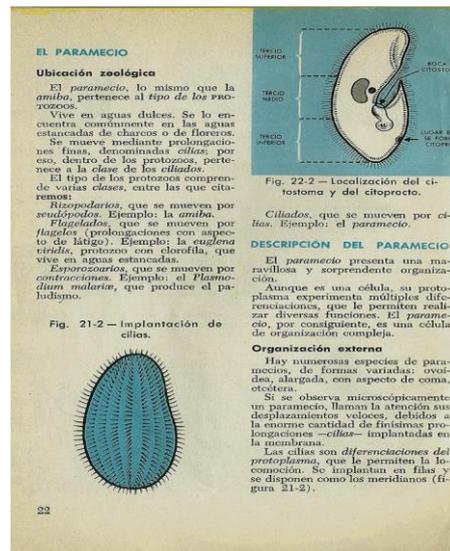


Figura 5.20: Dibujo en color sobre blanco. (Dos Santos Lara, 1966: 22)

## 2.2. Segundo período: 1979-1994

Entre 1979 y 1994 coexiste la diagramación propia de las décadas anteriores con nuevas opciones de diseño que hacen su aparición progresivamente y que se desarrollarán con plenitud después de 1996. Se trata de un período de transición. El cambio coincide con la incorporación de tecnología informática, hecho que aumenta la versatilidad de la diagramación de los textos. Además, según hemos señalado en el capítulo 2, a partir de 1983, el neoliberalismo conduce a un proceso de mercantilización pedagógica (Tosi, 2012: 525). En el contexto de la competencia editorial, el diseño de los libros constituye un valor.

El énfasis y el encuadre se emplean como recursos de composición para organizar la distribución del texto escrito y de las representaciones visuales. Los contenidos se agrupan en secciones que suelen limitarse a la extensión de dos páginas. En algunos manuales desaparecen las referencias numéricas que vinculan texto con imágenes. Estas son reemplazadas por otros recursos como la yuxtaposición o el encuadre. Para facilitar el pasaje de una sección a otra y la identificación de espacios destinados explicar o a proponer actividades se utilizan, por primera vez, ideogramas.

### 2.2.1. *Encuadre y énfasis*: recursos para distribuir información

En las nuevas diagramaciones se privilegia la distribución espacial de la escritura y las imágenes mediante recursos de *énfasis* y  *encuadre*. El nuevo ordenamiento coincide con una agrupación de los contenidos en secciones y subsecciones. El primer caso aparece en 1979 (Copello y Péres), y consiste en el diseño de una sección introductoria para cada capítulo cuya función es anticipar los temas que se estudiarán en la unidad (en el capítulo 6 se explica este rasgo en relación con el despliegue del género). La propuesta abarca dos páginas: la primera se destaca del resto del capítulo por el predominio de un pigmento y prescinde de imágenes, limitándose a enunciar el tema en un título (figura 5.21). La segunda presenta los objetivos de aprendizaje y suele agregar fotografías ilustrativas (figura 5.22).



Figura 5.21: Página de presentación 1. Copello y Péres, 1979: 1)



Figura 5.22: Página de presentación 2. Copello y Péres, 1979: 2)

La presencia de una o dos páginas introductorias implica un cambio en el sistema de información. Como hemos visto, en los libros del período precedente el pasaje de la información dada a la nueva se construye a partir de los enunciados verbales, de modo que las imágenes presentan información nueva o completan una cláusula o un párrafo. En el nuevo formato, la introducción del tópico de cada unidad mediante una página de apertura constituye lo dado y anticipa el desarrollo posterior del tema a lo largo del capítulo. Esta decisión de diseño incorpora en muchos casos un eje de lectura vertical al tiempo que puede anteponer lo visual a las palabras.

La figura 5.23 es un ejemplo de este diseño. El color de fondo destaca la imagen y el recuadro de texto. El eje de lectura de la página es vertical y la información progresa desde lo general hacia lo particular. El tópico del capítulo se expresa en el título. A continuación de este,

una fotografía, enfatizada por su tamaño y ubicación, muestra una *población* de aves. Finalmente, el texto recuadrado en blanco introduce las nociones de *individuo* y *población* y explicita un objetivo general de aprendizaje mediante una invitación (“Conozcamos cuáles son las características de esas poblaciones”).

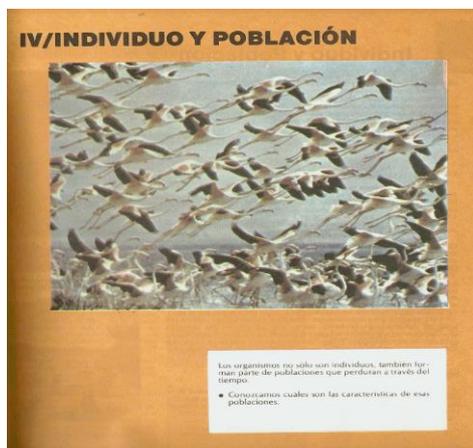


Figura 5.23: Página de presentación (Dutey-Nocetti, 1987a:135)

La fragmentación en secciones, marcada por elementos de composición, también se registra en el desarrollo de los capítulos. Se observan secuencias de dos páginas compuestas por textos explicativos e imágenes y propuestas de actividades. Este diseño habilita un nuevo ordenamiento que se observa en la figura 5.24. La primera página provee información sobre el tema (dato) y la segunda agrega una propuesta de trabajo (nuevo) para que el alumno aplique o verifique la información dada. La presencia de la barra roja en el margen superior unifica los contenidos de ambas páginas, en tanto el encuadre celeste del título en la segunda página, anuncia la sección de actividades.



Figura 5.24 : Información distribuida en dos páginas (dato-nuevo) (Dutey y Nocetti, 1987a:124 y 125)

Los recursos de organización textual también fragmentan la información dentro de los límites de la página. Los contenidos se separan en bloques delimitados por un marco, que puede variar en tamaño dependiendo de la cantidad de información que contenga. Esta diagramación crea la posibilidad de una dirección más libre de lectura.

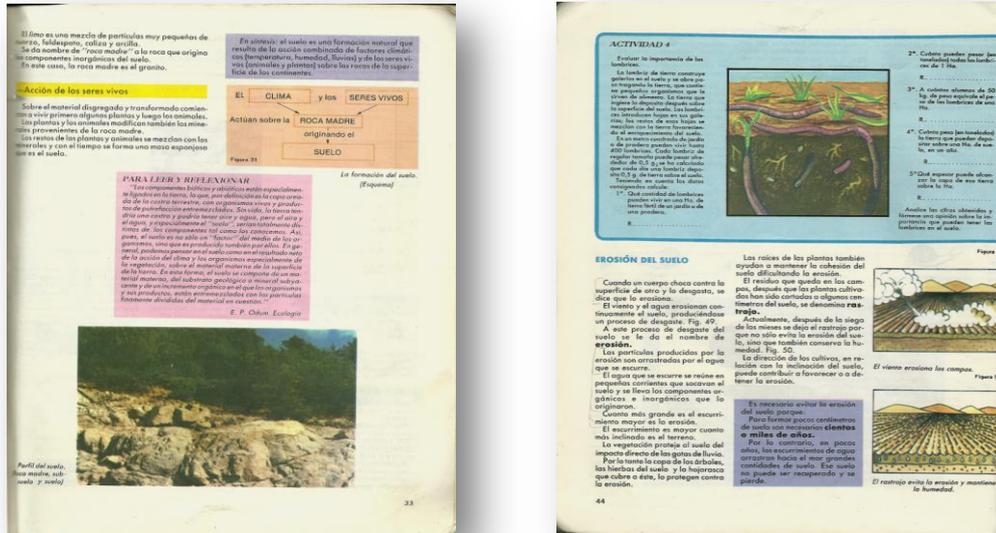


Figura 5.25 y 5.26 : Uso del encuadre y el color para diferenciar categorías de información (Zarur, 1994: 33 y 45 )

Algunos manuales utilizan conjuntamente el *encuadre* y el *énfasis* cromático como convención, de modo que la reiteración de un pigmento asociado a un tipo de información se convierte en una guía para el seguimiento de los contenidos. Por ejemplo, en las figuras 5.25 y 5.26, los cuadros violetas delimitan definiciones y síntesis de conceptos, los cuadros naranjas enmarcan esquemas abstractos, los rosados contienen información complementaria y los celestes presentan actividades.

Otra forma de separar y enfatizar contenidos expresados verbalmente es la variación del color y del tamaño en la tipografía<sup>6</sup>. Este recurso se aplica a los títulos cuando se requiere jerarquizar distintos subtemas.

<sup>6</sup> La tipografía constituye un desprendimiento del carácter visual del texto escrito, lo modula y lo formaliza. Los recursos semióticos que la realizan son la forma de las letras, su estilo, su tamaño, el espacio entre caracteres y entre palabras, su alineación y marginación. Es “otro texto que habla del texto” (Grodischer: 2010: 109). Desde la perspectiva multimodal se lo considera un modo de representación y como tal merece un abordaje específico que, por razones de extensión, dejaremos de lado en esta investigación.



Figura 5.27: Énfasis en títulos y subtítulos (Zarur, 1994: 27)

En la figura 5.27 se utiliza un título en mayúsculas rojas para presentar el tema, un subtítulo resaltado en amarillo para introducir una descripción y, con fuente azul, se jerarquiza la información (capas que componen el suelo) dentro del apartado.

Las nuevas formas de composición del texto coinciden, en algunos manuales, con el abandono de las referencias numéricas que se usaban en el primer período para articular los textos con las imágenes. Este recurso es sustituido por la yuxtaposición de elementos y por el encuadre.

La yuxtaposición se utiliza para crear agrupamientos de imagen-texto. En este período, la imagen suele tener mayor peso en la composición y el texto se presenta bajo la forma de una leyenda breve que complementa la representación visual. A su vez, esta configuración verbo-visual se separa, en distintos grados, de otros agrupamientos similares que también se leen como unidades.



Figura 5.28: Relación palabra-imagen por yuxtaposición (Dutey y Nocetti, 1987b: 154)

En la figura 5.28. se describen tres tipos de *relaciones interespecíficas*. Cada caso es presentado por imágenes (fotos y esquemas) a las cuales se yuxtaponen leyendas explicativas del tipo de relación que se muestra en la imagen.

El primer fragmento introduce el concepto *relación interespecífica*. A esta introducción verbal le siguen tres secuencias, desplegadas horizontalmente, que combinan texto con imagen y presentan los conceptos de *protooperación*, *mutualismo* y *comensalismo*. Las fotografías introducen un ejemplo (lo dado) y los textos aportan la explicación y las definiciones (lo nuevo).

Otro recurso que realiza la articulación palabra-imagen en los manuales de este período es el *encuadre*. En la figura 5.29, el texto escrito y las imágenes que lo completan se distribuyen dentro de los límites de una tabla. El concepto que se explica, *bioma*, comprende seis rasgos que se disponen en diferentes columnas (*unidad geográfica, ubicación, clima, suelo, flora y fauna*). En la mitad inferior de la tabla, un mapa y tres fotografías, ejemplifican los conceptos expresados verbalmente. El formato de tabla separa unidades de significado y condiciona la lectura de las imágenes por su inclusión, en diferentes columnas, a continuación de los textos.

Bioma	Unidades geográficas	Ubicación	Clima	Suelo	Flora	Fauna
BOSQUE	a) Pampeano.	Centro de la Pam- pa, centro y S de San Luis.	Templado-variable. Las lluvias varían de un año a otro (hasta 700 mm).	Arenoso. Forma médanos.	Caldenes (crecen en agrupaciones). Entre ellos se interponen algunos algarrobos, piquillines, chañares, jaras, molles. Pastos tiernos y duros y otras gramíneas alternan con la vegetación arbórea.	Mamíferos: pumas, vizcachas, zorri- nos. Aves: boyeros, horneros, carpinteros, cardenales, perdices, flamencos.
	b) Antárticos o australes.	Zona cordillerana de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego.	Frío. Lluvias abundantes. Río dantes.	Rocoso, suelto, fértil, con lagos de gran belleza.	Bosques densos, ricos en vegetación variada: araucarias, pehuenes, colidos, reles ruprestres, alerces, arrayanes, guindos, canelos, maitenes, hayas, robles, raulés. En el sotobosque: helechos, mullizas, amancayes, calafates, dedaleras, aljabas, cañas coligue. Epilittas: lianas, musgos.	Mamíferos: huemules, zorros colora- dos, reles ruprestres, guanacos, pu- mas, pudúes o ciervos enanos, hulla- nes. Aves: palomas, halcones, águilas, cóndores, zorzales, carpinteros, cho- amancayes, al- ros, avutardas. Peces: salmones y truchas.
						

Figura 5.29: Relación palabra imagen por encuadre (Copello y Péres, 1979: 182 y 183)

### 2.2.2. Ideogramas

Además de la fragmentación de los contenidos realizada por recursos de composición, se observa, en los manuales de Huemul, el empleo de *ideogramas*, formas gráficas muy

simplificadas que representan conceptos (Costa y Moles, 1991: 49) y que orientan al lector en su recorrido de lectura. Estos recursos, utilizados en computadoras, instructivos, espacios públicos<sup>7</sup>, trascienden las limitaciones de una lengua específica y se proponen como formas universales para comunicar con rapidez y eficacia. Su difusión fue propiciada, en el siglo pasado, por factores como la televisión, Internet, la economía global y la inmigración.

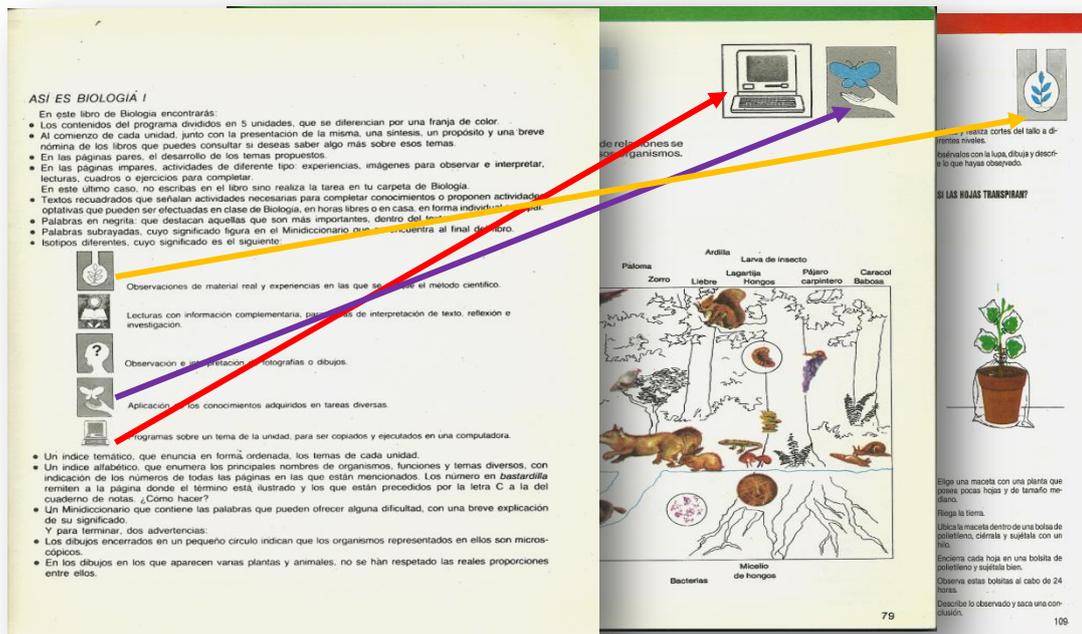


Figura 5.30. : Ideogramas (Dutey y Nocetti, 1987a: 7, 79 y 109)

En los textos que estudiamos, consisten en dibujos esquemáticos que representan una ideas asociadas a distintos tipos de actividades. Se los incluye en la página preliminar del texto con una descripción de lo que representan (figura 5.30). Consultando estas referencias, el lector puede encontrar las diferentes secciones del texto vinculadas a un propósito didáctico. Así, el dibujo de una mariposa introduce una tarea de aplicación de conocimientos, la computadora señala remite a un material en soporte informático y la planta en la probeta anuncia tareas de observación y experimentación.

<sup>7</sup> Los ideogramas se utilizan en *señalética*, una rama del diseño gráfico que se ocupa de la producción de señales y mensajes destinados a guiar la circulación en un espacio de acción. Sus principales objetivos de comunicación son la instantaneidad perceptiva y la eficacia en la interpretación del mensaje (Costa y Moles, 1991).

En el plano textual, los ideogramas constituyen elementos de separación en la medida en que diferencian partes del texto, pero también conectan entre sí apartados con una misma función didáctica, ofreciendo al lector un marco de interpretación del material contenido en cada sección, así como una guía para el recorrido del libro.

En síntesis, las innovaciones de este período son: la utilización del encuadre y del énfasis cromático para separar y jerarquizar información realizada verbalmente, la sustitución de referencias verbales o numéricas que articulaban texto con imagen por recursos de encuadre, y la incorporación de ideogramas para orientar el recorrido del texto.

### 2.3. Tercer período: 1995-2005

Este período se caracteriza por la profundización de los rasgos señalados para la etapa de transición. El modo visual gana terreno en la composición y se profundiza la fragmentación de los textos escritos. Los recursos visuales recortan y destacan el espacio de una página, la subdividen en cuadrantes y proponen lecturas en distintas direcciones. En algunos casos la yuxtaposición de informaciones de naturaleza heterogénea, jerarquizadas por recursos visuales, adquiere la dinámica propia de las páginas web. Los contenidos necesarios para desarrollar un tema son separados y destacados por recuadros semejantes a las ventanas del diseño informático. Estos cambios se sintetizan y conjugan en las infografías en las que los recursos de composición desempeñan un rol fundamental.

El empleo de recursos visuales de composición se fortalece gracias a las nuevas posibilidades tecnológicas que mejoran la calidad del diseño y de la reproducción de imágenes. No es menos importante para este proceso el desarrollo del diseño gráfico como saber específico y la participación de profesionales de la disciplina en la diagramación de los materiales<sup>8</sup>. La conjunción de estos factores conduce a transformaciones que afectan particularmente el *valor de la información* y el *encuadre*.

---

<sup>8</sup> A partir de 1995 los libros amplían los equipos de especialistas responsables del diseño. Se hace referencia a fotógrafos, ilustradores, infógrafos y diseñadores. También se mencionan los bancos de imágenes como fuentes del material visual.

### 2.3.1 Valor de la información

En la construcción del sistema de información, las representaciones visuales suelen ocupar lugares estratégicos de la página, a partir de los que se ordena el resto de la composición. Es muy frecuente un ordenamiento vertical en el que las imágenes preceden al texto escrito y luego se despliega la explicación escrita. Este tipo de composición se vincula con la atribución de un propósito comunicativo específico para el modo visual que se analiza en el capítulo 6.



Figura 5.31: Imagen como *dado*. Orientación vertical de la lectura (Aristegui et al., 1997: 155)



Figura 5.32: Imagen como *dado*. Orientación vertical de la lectura (Aletti et al. 2000: 173)

En las figuras 5.31 y 5.32, las imágenes proponen al destinatario la observación de organismos y condicionan un eje vertical de lectura. La comprensión de lo que se observa se completa con la lectura del texto escrito. La figura 5.30 ejemplifica un uso frecuente registrado en las páginas de presentación de los capítulos que consiste en presentar mediante la imagen un concepto que luego se desarrolla a lo largo del capítulo.

### 2.3.2. Encuadre

En este período aparecen tres nuevos tipos de encuadre: la superposición de planos visuales que separa diferentes contenidos, el encuadre en profundidad que se utiliza en representaciones complejas (véase capítulo 3) y los marcos que aportan significados.

### 2.3.2.1. Superposición de planos

El recurso consiste en utilizar el color y el encuadre para crear un efecto de profundidad y para distribuir la información en planos superpuestos. De este modo se pueden establecer jerarquías entre los contenidos. Las siguientes figuras presentan ejemplos de superposición de planos:

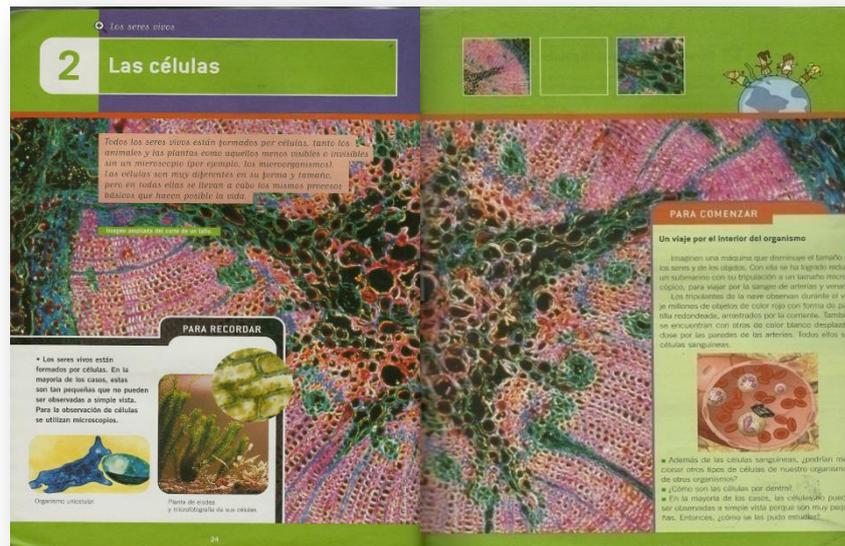


Figura 5.33: (Antokolec, Cousau y Serafini, 2003: 24 y 25)

La figura 5.33 corresponde a las páginas introductorias de un capítulo. En ellas se distinguen dos planos:

- en el primer plano, se distribuyen tres bloques de información destacados por encuadres: el recuadro rosa presenta el concepto *célula*, el verde incluye una imagen con preguntas de exploración, el blanco hace referencia al microscopio y a un tipo de tejido vegetal.
- en el segundo plano, la imagen microscópica (corte de un tallo) aporta un efecto estético y cohesiona el resto de los elementos de la composición al introducir una referencia sobre el tema (las células).

Ambos planos son delimitados por un encuadre general (verde y violeta) que introduce verbalmente el tópico de la unidad (la célula).

En la figura 5.34 se distinguen tres planos de información diferenciados por recursos visuales:

- el primero, realizado como una ficha superpuesta sobre la página principal, introduce la biografía de Ernst Haeckel;

- b) el segundo, representado como la página de un fichero, introduce el concepto de biosfera y explica qué es un captador de partículas;
- c) el tercero, una línea de tiempo ubicada en el extremo inferior de la página, menciona hitos de la historia de la ecología.



Figura 5.34: Página de presentación (Antokolec et al., 2005, 100)

### 2.3.2.2. Encuadre en profundidad

Este recurso aparece en las representaciones complejas que introducen distintos niveles de observación de un elemento. Hemos presentado estas representaciones en el capítulo 3 como *procesos analíticos de amplificación*.

En la figura 5.35, se utiliza la profundidad para mostrar la jerarquía de los conceptos de comunidad y población: las comunidades (imagen general en un plano posterior) están integradas por poblaciones de individuos de una misma especie (imagen recortada en un plano anterior) que comparten un hábitat.

En la figura 5.36 los cortes circulares muestran, de atrás hacia adelante, ampliaciones sucesivas de la estructura de un alvéolo pulmonar. El plano más próximo al observador corresponde a un mayor aumento del microscopio, es decir, la imagen ubicada en este plano aproxima al lector un objeto inaccesible a la mirada natural.

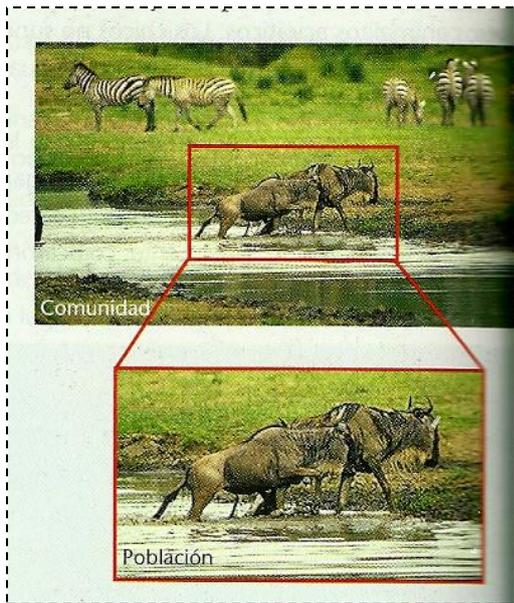


Figura 5.35: Encuadre en profundidad (Aletti et al. 2000: 176)

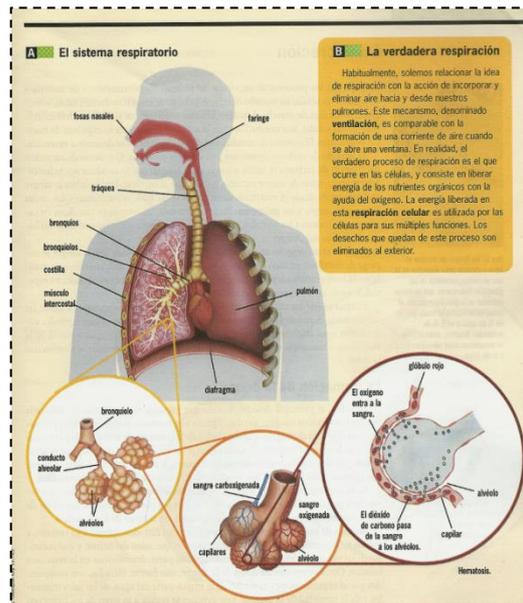


Figura 5.36: Encuadre en profundidad (Berler et al., 2004: 247)

2.3.2.3. Marcos temáticos

Asimismo, en algunos manuales (Tinta Fresca, 2005 y Puerto de Palos, 2005), el encuadre añade significados que proveen un contexto para interpretar los contenidos expresados verbalmente. En estos casos, ambos modos conforman una unidad en la cual el contenido disciplinar que realizan las palabras es enriquecido por significados que aporta el modo visual.

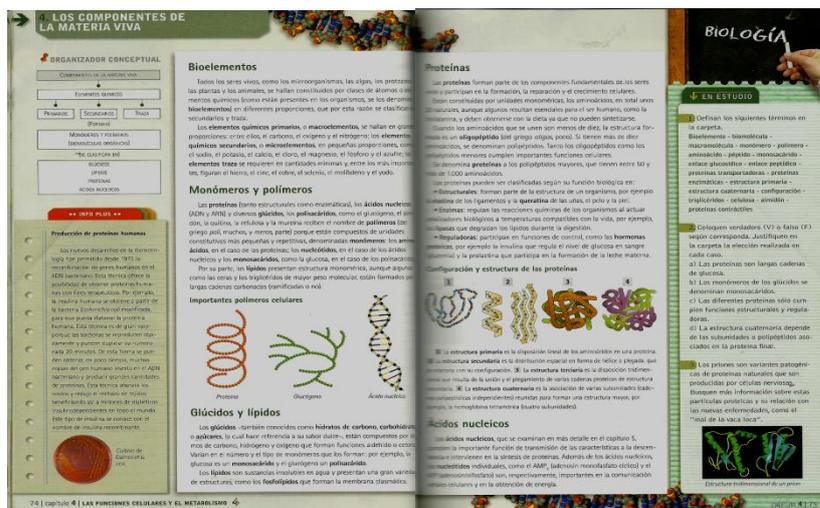


Figura 5.37: Marcos temáticos (Antokolec et al: 2005: 74 y 75)

La figura 5.37 muestra el diseño de una página de los manuales de Puerto de Palos (2005). En estas ediciones se utilizan motivos visuales como la ficha de información, la pizarra y la hoja de anotador. Sobre el margen izquierdo de las páginas se incluye información que complementa lo explicado en el capítulo. Estos contenidos se despliegan dentro de un espacio que reproduce una hoja de anotador con solapas de colores donde se identifica la sección con el rótulo *info plus*. Sobre el margen derecho de la página siguiente, se utiliza el motivo del pizarrón para anunciar la sección (*Biología*) y a continuación, la reproducción de una hoja arrancada para introducir actividades. El diseño visual crea un contexto para la interpretación del texto. En este caso el significado construido por el modo visual es el de un trabajo escolar compuesto de anotaciones; así el abordaje de los temas es presentado a los lectores como un proceso de construcción paulatina del conocimiento y no como una información que debe ser repetida.

En la figura 5.38, el modo visual no solo enfatiza, sino que además refuerza, por reiteración, un contenido disciplinar. El texto que describe la composición de diversos elementos líquidos (*plasma, lágrima, orina, sudor*) es ubicado en el interior de gotas de distintos colores que diferencian cada sustancia. Se trata de una representación esquemática que permite comparar líquidos del cuerpo, pero a diferencia de los esquemas tradicionales, en los que modo visual interviene para marcar jerarquías, para ordenar o relacionar conceptos, el recurso del dibujo es indisoluble de lo verbal porque destaca, por redundancia, el significado *gota*.



Figura 5.38: Marco temático (Abellán, Bazán, Figueroa y Nisenholz, 2005: 120 y 121).

En lo que concierne a la realización textual del vínculo palabra-imagen, en esta etapa, los recursos de referencia que se registran en todos los manuales del primer período y en algunos del segundo son reemplazados por recursos visuales. A excepción de los títulos que pueden ayudar al lector a establecer un vínculo con la interpretación de una imagen, la mayor parte de las ediciones utilizan el encuadre y la yuxtaposición.

Los recursos de encuadre segmentan visualmente las páginas y construyen agrupamientos de textos e imágenes que coinciden con distintos tipos de representaciones. Estos se diferencian entre sí por el grosor de las líneas de un marco, por el color, por los espacios en blanco que los rodean. Frente a estas opciones de diseño, se puede prescindir de las referencias verbales. Otra alternativa es la yuxtaposición. Las figuras se disponen a continuación de enunciados escritos conformando secuencias de significados. El nexo entre ambas realizaciones se establece naturalmente, gracias a la proximidad entre imagen y palabra, alineadas vertical u horizontalmente.

### 2.3.3. La organización textual en las infografías

En los capítulos 3 y 4 hemos analizado cómo las infografías articulan diversos tipos de representaciones y diferentes modalidades. En este apartado analizaremos un ejemplo para mostrar cómo el encuadre, el énfasis y la distribución de la información se conjugan para para realizar significados experienciales e interpersonales.

La figura 5.39 corresponde a una infografía en la que se exponen los distintos tipos de *reproducción asexual*. Los contenidos se realizan mediante una *representación de clasificación* en la que la información es jerarquizada por recursos textuales. La descripción verbal de cada tipo de reproducción se dispone en columnas, lo cual determina un eje de lectura vertical. El diseño homogéneo de las columnas, determinado por la tipografía blanca y la incorporación de imágenes de igual tamaño, permite construir la relación entre los tipos de reproducción.

Las imágenes que aparecen debajo de cada texto son enfatizadas mediante el color y el brillo y son delimitadas por un encuadre circular o rectangular. El primero predomina en micrografías y el segundo se reserva, predominantemente, para las fotos. Se utilizan líneas de conexión (blancas) para señalar los distintos grados de aumento en las representaciones de amplificación. Finalmente, se observa una superposición de planos: las imágenes del primer plano, que representan diferentes organismos agrupados según su forma de reproducción, se distribuyen sobre una macrofotografía que muestra el detalle de una planta. Esta imagen, en segundo plano, no agrega información significativa para la explicación del tema, dado que no se identifica verbalmente el organismo representado. Su función es estética, en tanto resulta visualmente atractiva y enfatiza la idea de que los organismos presentados forman parte de un universo invisible, de formas extrañas y colores llamativos que solo los microscopios pueden mostrar.

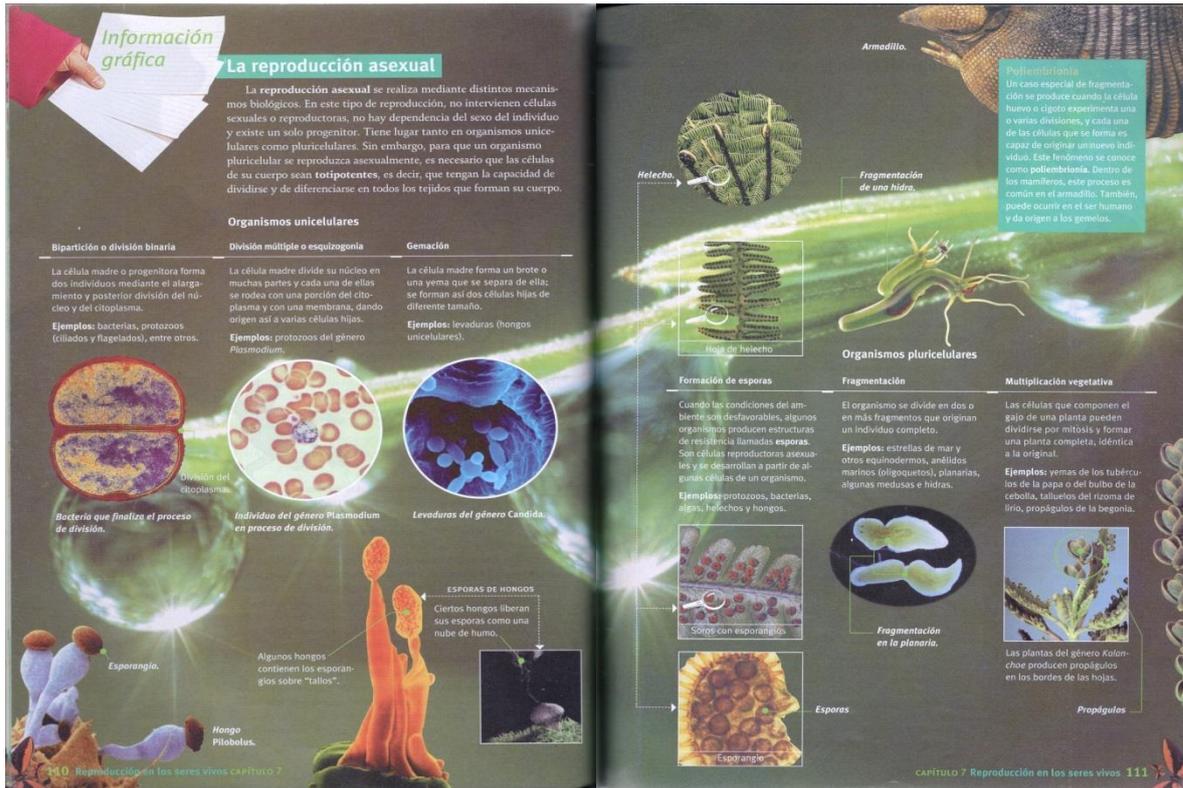


Figura 5.39: Infografía: la reproducción asexual (Carreras et al., 2001c: 110, 111)

En suma, en este período se evidencia un avance del modo visual en varios sentidos. Por un lado, las imágenes suelen aparecer en posición inicial para realizar la información dada, función que en períodos anteriores cumplía el texto escrito. Por otro lado, aparecen nuevos recursos de encuadre que se utilizan para jerarquizar y enfatizar diferentes contenidos y para regular la relación entre textos e imágenes. Finalmente, en las infografías, textos caracterizados por el predominio de lo visual, el *valor de la información*, el *énfasis* y el *encuadre* interactúan de forma muy dinámica, desplegando todos los recursos que se registran en las otras secciones del manual.

\*\*\*\*\*

## Síntesis

La comparación de los tres períodos permite destacar las siguientes transformaciones en el nivel de la composición:

El color constituye un recurso valorado y su potencial de significación se va enriqueciendo a medida que los avances tecnológicos permiten usarlo con mayor dinamismo. En la primera etapa es un elemento de énfasis que destaca la presencia de imágenes junto al texto o

que hace visibles los esquemas mediante el contraste. A partir del segundo período es empleado para marcar la separación entre secciones del texto y para delimitar tipos de información realiza verbalmente.

El encuadre, en el primer período, separa las imágenes de la escritura. En la segunda etapa, junto al color, constituye un recurso para separar secciones y bloques de información realizados verbal y visualmente en el espacio de una o dos páginas. En la tercera etapa se complejiza, al separar información en cuadros yuxtapuestos o superpuestos que abren la posibilidad de jerarquizar la información de diferentes maneras y se vuelve portador de significados añadidos en el diseño de las páginas o de esquemas.

La distribución de la información, determinada en un principio por el rol central de la palabra, a partir de la cual se incorporan las imágenes, se modifica paulatinamente para dar lugar a nuevos órdenes de lectura. En la segunda etapa aparecen, con la separación de secciones y bloques de información, las posibilidades de leer secuencias de textos e imágenes en sentido horizontal o vertical, así como de atribuir a la página izquierda el contenido dado y a la derecha la información nueva. En el último período, estos órdenes de lectura se extienden a todos los textos.

Al seguimiento de secuencias verbo- visuales en sentido horizontal o vertical se agregan las lecturas en profundidad y a través del texto. La primera se vincula con la superposición de capas de información que el diseño pone en primer o segundo plano y la segunda con enlaces que el propio texto sugiere entre sus distintas partes.

El enlace entre la palabra y la imagen es, en el primer período, de naturaleza verbal: se recurre a las formas tradicionales de la referencia numérica y del epígrafe, que otorga anclaje a la representación visual. Con el tiempo estos recursos son sustituidos por la distribución espacial, por el énfasis mediante el color y por el encuadre. Las innovaciones registradas en el tercer período se observan también en el diseño de las infografías.

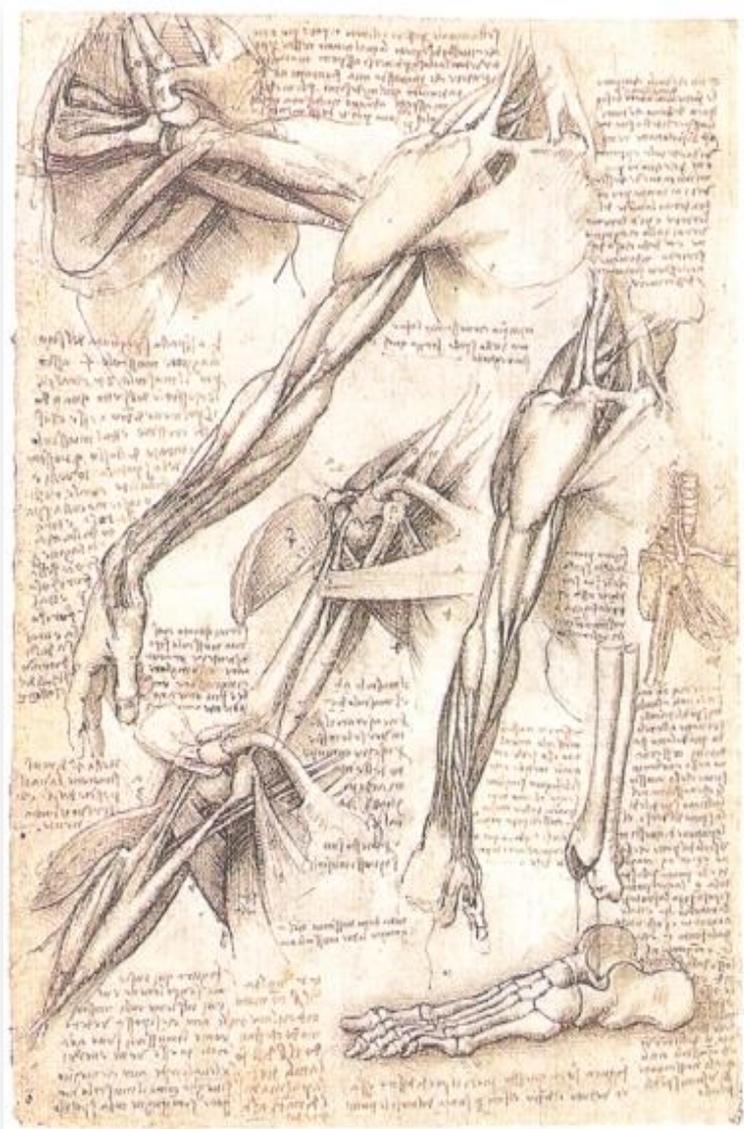
Tabla 5.1: Síntesis de los recursos textuales del modo visual según los usos registrados en el corpus.

RECURSOS DEL SIGNIFICADO TEXTUAL	REALIZACIÓN	SIGNIFICADOS POTENCIALES
<b>Valor de la información</b>	<b>imagen como <i>dado</i></b> <b>imagen como <i>nuevo</i></b>  <b>arriba/abajo</b>  <b>centro/márgenes</b>  <b>adelante/atrás</b>	introducción de temas ampliación o reiteración de temas  vínculo general- particular  jerarquización (portador-atributo en rep. analíticas)  amplificación de elementos (foco de observación en el primer plano/contexto en el segundo plano)
<b>Énfasis</b>	<b>color valorista</b>  <b>color contraste</b>  <b>tamaño</b>	creación de volumen y profundidad definición de textura  diferenciación de forma sobre un fondo diferenciación de elementos creación de planos  jerarquización de elementos representación de escala efecto estético
<b>Encuadre</b>	<b>marco</b>  <b>marco temático</b>  <b>espacio</b>  <b>conexión:</b> -yuxtaposición -líneas -reiteración de color -reiteración de un marco	separación de elementos jerarquización de elementos (combinado con valor de la información) homologación de elementos creación de planos efecto estético  separación y adición de significados  separación de elementos  cohesión de elementos

VI

## Transformaciones en la realización visual del género

El potencial didáctico de las imágenes en el currículo



“Y tu que dices que es mejor ver cómo se realiza una anatomía que contemplar estos dibujos, estarías en lo cierto si fuera posible ver en un solo individuo todo lo que aparece en los dibujos; pero con todo tu ingenio en este no verás ni tendrás conocimiento sino de algunas venas (...) Y un solo cadáver no era suficiente por lo que era necesario proceder al mismo tiempo sobre varios cuerpos para alcanzar un conocimiento completo, operación que llevé a cabo dos veces para comprobar las diferencias (...)”

(Leonardo, *arte y ciencia*. Madrid: Susaeta, 212)

Leonardo Da Vinci advirtió el potencial didáctico de las representaciones visuales y compiló, en dibujos, sus observaciones de cadáveres para proporcionar un instrumento que superara en utilidad a la práctica anatómica directa.

## Capítulo VI

### Transformaciones en la realización visual del género

#### El potencial didáctico de las imágenes en el currículo

Como se ha señalado, el potencial de significación de un modo de representación, derivado de su materialidad, determina que este se asocie naturalmente a aquellos propósitos comunicativos que puede realizar mejor. Este fenómeno condiciona la *especialización funcional* de un modo, es decir su tendencia a realizar el tipo de significado más afín a su potencial expresivo (Kress, 2003: 46). En efecto, el productor de un texto tiende a elegir el modo de representación buscando la mejor realización posible de los significados en juego en una situación comunicativa dada. Esta elección, que se produce en una escala individual, cuando es efectiva, tiende a recurrir en el tiempo y a extenderse al plano socio-cultural.

El objetivo de este capítulo es describir la *especialización funcional* del modo visual desde la perspectiva del género. Para ello se estudia la aparición progresiva de nuevas funciones de las imágenes en el despliegue discursivo de los manuales y su contribución al propósito pedagógico, que involucra la comprensión de teorías y el acceso a un pensamiento abstracto.

La transformación que aquí se describe está ligada a la influencia de los modelos didácticos que predominaron durante los períodos estudiados, y a instancias de los cuales se modificó la idea de aprendizaje y se redefinió el perfil del destinatario. Estos cambios se reflejan en las estructuras de los manuales, destinados a acompañar el proceso de comprensión y adquisición de conceptos disciplinares.

Como se ha explicado en el capítulo 1, los manuales reúnen las condiciones de macro-géneros: a) se despliegan mediante secuencias con propósitos independientes, pero articuladas en función de un objetivo cognitivo, b) cada secuencia posee un esquema estructural propio (descripciones, clasificaciones, explicaciones, etc.), c) están regulados por la alternancia de un registro interpersonal que orienta las acciones del destinatario y un registro ideacional que representa los conocimientos (Martin, 1993: 16 y ss.). Teniendo en cuenta esta estructura que caracteriza al manual se han elegido como unidades de análisis secuencias menores extraídas de la estructura mayor del macro-género que constituyen ejemplos representativos de usos incorporados en cada período.

Se analizan secuencias realizadas verbal y visualmente, atendiendo a la progresión de la estructura genérica delimitada por un capítulo o unidad de contenido. Se pone el acento en el potencial de significación de las representaciones visuales en relación con el cumplimiento del propósito comunicativo del género: la enseñanza de conceptos específicos. Así, se toma en cuenta la dimensión de significado que realiza un mensaje visual al insertarse en la estructura mayor de un capítulo o unidad temática y en articulación con el mensaje verbal.

Antes de analizar los ejemplos seleccionados, se describe la estructura de género prototípica correspondiente a una unidad de contenido o capítulo, en cada período, teniendo en cuenta que en todos los manuales del corpus la estructura de un capítulo es replicada por los restantes.

## **1. Configuración del género: 1965-1978**

El paradigma de enseñanza conocido como el modelo de transmisión-recepción, dominante durante este período, condiciona la configuración de campo, tenor y modo a partir de la cual el género adopta su estructura (Halliday y Hasan, 1985: 29 y ss.). En tanto el campo se configura como una acción de transmisión-recepción mediante la cual un cuerpo de información cerrada es ofrecido a los destinatarios para su asimilación pasiva, el tenor se define por un vínculo de autoridad sustentado en el saber, en el que prima 'la voz del texto', equiparable a la de un maestro o científico que explica, en relación asimétrica con el alumno que lee. El manual constituye un instrumento de transferencia de un saber ya elaborado y su discurso es dominado por el modo escrito, mediante el despliegue de exposiciones destinadas a mostrar la naturaleza y el funcionamiento de los sistemas biológicos. El modo visual completa la exposición mostrando formas, estructuras y algunos procesos vitales.

En correspondencia con esta configuración del contexto, los textos se despliegan mediante movimientos descriptivos y explicativos que desarrollan en forma progresiva las distintas unidades temáticas del programa. Cada unidad, coincidente con un capítulo, está integrada por varias secuencias que introducen descripciones, clasificaciones y explicaciones (Veel, 1997) realizadas verbalmente y complementadas por representaciones conceptuales y narrativas (véase capítulo 3), que dosifican y jerarquizan el conocimiento transmitido. Las descripciones detallan características de la morfología de los organismos, su estructura y sus funciones. Las clasificaciones agrupan elementos siguiendo diferentes criterios. En los textos

del corpus, las descripciones y clasificaciones suelen preceder a las explicaciones<sup>1</sup>. Por ejemplo, primero se describen los tipos de raíces y la conformación estructural de una raíz y luego se explica cómo ésta absorbe nutrientes. Llamaremos *exposiciones curriculares* a las secciones del manual desplegadas por medio de estas tres operaciones discursivas.

Estas exposiciones suelen articularse temáticamente con una secuencia de actividades experimentales, de campo o de laboratorio, que denominaremos *actividades curriculares*, cuyo propósito es verificar, mediante la observación o la experimentación, las nociones desarrolladas en la sección previa. El género que habilita la concreción de estas actividades es el *procedimiento*. Teniendo en cuenta los propósitos didácticos que predominan en el período, podemos hablar de dos tipos de procedimientos en los cuales las imágenes intervienen con diferentes funciones. Los denominaremos respectivamente: *procedimiento de observación* y *procedimiento experimental*.

El primero consiste en un conjunto de preguntas o instructivo breve que organiza la observación en contacto directo con plantas o animales. Cuando esto no es posible, aparece la representación visual que documenta, bajo la forma de un dibujo o una fotografía, un objeto de estudio previamente descrito y clasificado. El alumno debe reconocer su forma, su estructura o la clase a la que pertenece. Por su parte, el procedimiento experimental, implica una manipulación del objeto de estudio y se realiza por medio de un despliegue textual más largo, ordenado en pasos. Consiste en generar experiencias de laboratorio, tales como la construcción de germinadores o terrarios, el injerto de plantas, la disección de animales pequeños. Las imágenes suelen representar algunos de los pasos del procedimiento.

Como se ha explicado en el capítulo 1, el género se conforma con un número de elementos obligatorios que permiten realizar el propósito comunicativo y que ayudan a su identificación y con elementos optativos, que aparecen en realizaciones contextuales específicas (Hasan, 1985: 52 y ss.). Esta concepción dinámica lleva a considerar una estructura prototípica.

El siguiente esquema sintetiza la distribución prototípica de las secuencias dentro de un capítulo que se corresponde con una unidad de contenido. La línea de puntos corresponde al capítulo o unidad de contenido, las líneas plenas, a los elementos obligatorios dentro de un capítulo). El vector indica el orden en que se realizan las secuencias. La diferencia de tamaño asignada a cada secuencia representa la importancia relativa de cada una en el desarrollo total del tema.

---

<sup>1</sup> En el orden de ocurrencia que Veel sugiere para los géneros de la escuela los procedimientos preceden a las explicaciones y los informes. Ese orden no se registra en los manuales de las primera etapa que analizamos porque responden a un modelo conductista. Cuando predomina el modelo del descubrimiento, los textos ponen en primer lugar los procedimientos.

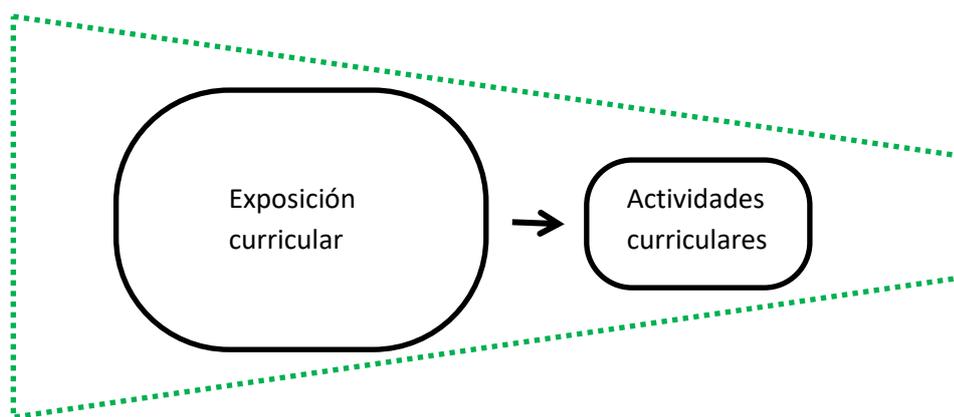


Figura 6.1.: Estructura prototípica de una unidad temática en manuales del primer período (1965-1978)

## 1.2. Realización visual en la estructura de género

En la configuración que hemos presentado, el modo escrito es el predominante, mientras el modo visual posee un valor mostrativo, es decir exhibe y amplía los contenidos de la exposición verbal. Los prólogos de algunos libros ponen en evidencia el alcance de este valor, al que denominan *ilustrativo*:

En lo que se refiere a la manera de ilustrar las distintas explicaciones y aunque nada puede reemplazar con ventajas a la realidad de la naturaleza, se incluyen gráficos y fotografías, en negro y color, tomadas en el momento propicio con la intención de trasladar al texto elementos de la realidad, convenientemente complementados con esquemas y diagramas.

Se salva así la imposibilidad en que se encuentra el profesor de poder hacer observar a los alumnos el elemento botánico en forma directa, sobre la naturaleza misma (...)

En síntesis, se ha tratado de lograr que el libro cobre la vida suficiente como para que sea un reflejo lo más acertado posible de la realidad y a la vez que portador de la más correcta exposición científica, sea atrayente y dinámico, reemplazando con ilustraciones apropiadas, descripciones y explicaciones fatigosas. (Fuster y Galíndez, 1965, 1ª ed.)

Los autores asignan un papel relevante a las imágenes: reemplazar a los objetos de estudio cuando éstos no se pueden llevar al aula. También encontramos aquí la idea de que las imágenes resultan más atractivas y dinámicas que los desarrollos verbales. Así utilizado, el término *ilustración* alude tanto a la imagen como recurso facilitador de explicaciones, como a la imagen-puente que habilita la observación del mundo natural. En los apartados que siguen se verá cómo se realizan ambos propósitos mediante el modo visual.

1.2.1. El modo visual en la exposición curricular

El rol fundamental de las imágenes en los libros de este período es ayudar a comprender las estructuras de los organismos y su funcionamiento. Tanto en los libros de Botánica, como en los de Zoología o los de Anatomía predominan los esquemas que reiteran y clarifican el contenido de minuciosas descripciones verbales o expanden el significado de explicaciones. A continuación se analizan dos ejemplos en los que el modo visual interviene respectivamente en una descripción, una clasificación y una explicación.

En el primer ejemplo se describe la laringe como parte de una descripción del aparato respiratorio:

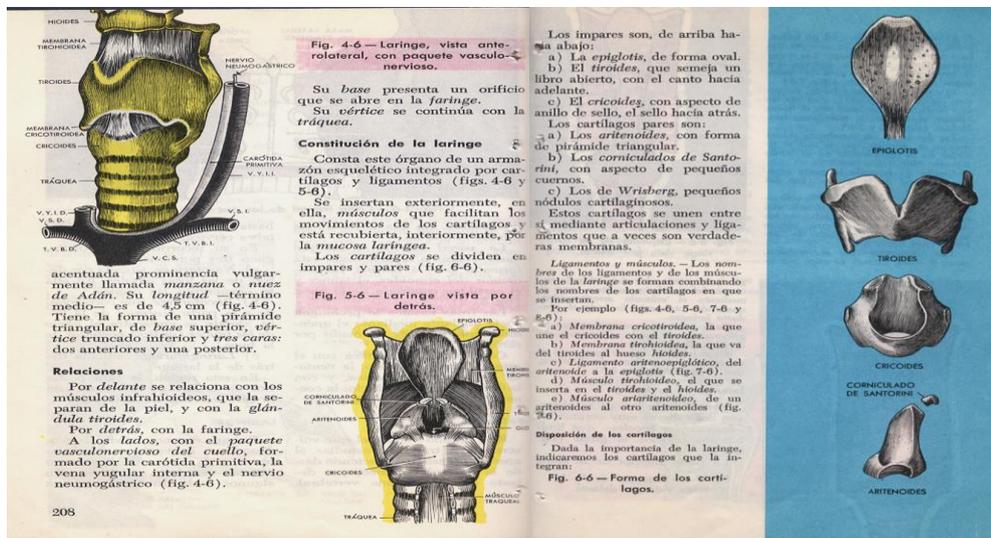


Figura 6.2.: Representaciones analíticas que amplían descripciones. Derecha: representación clasificatoria (Dos Santos Lara, 1965: 208 y 209)

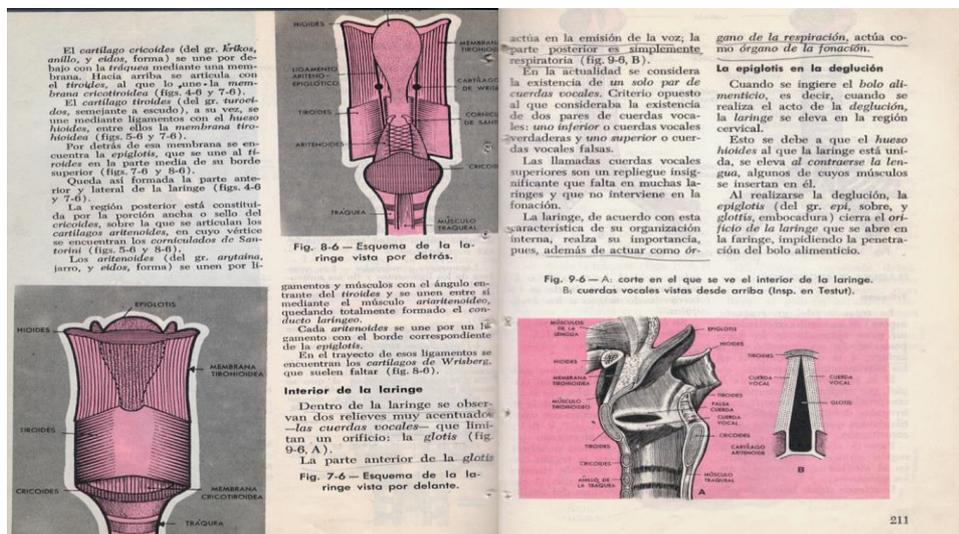


Figura 6.3: Representaciones analíticas que amplían descripciones (Dos Santos Lara, 1965: 210 y 211)

Modo escrito	Modo visual	Exposición curricular
<p><b>Laringe</b></p> <p>Es un órgano móvil, impar, situado en la región cervical anterior, a la altura de las cuatro vértebras cervicales (...)</p>		<i>Definición</i>
<p>Su longitud –término medio- es de 4,5 cm. Tiene la forma de una pirámide triangular, de <i>base</i> superior, <i>vértice</i> truncado inferior y <i>tres caras</i>: dos anteriores y una posterior. (fig. 4-6)</p>	Representación analítica	<i>Descripción</i>
<p><b>Relaciones</b></p> <p>Por delante se relaciona con los músculos infrahioideos, que la separan de la piel y con la glándula tiroides (...)</p> <p>A los lados, con el paquete <i>vásculonervioso</i> del <i> cuello</i>, formado por la carótida primitiva, la vena yugular interna y el nervio neumogástrico (fig. 4-6) (...)</p>	Representación analítica	
<p><b>Constitución de la laringe</b></p> <p>(...) Consta este órgano [laringe] de un armazón esquelético integrado por cartílagos y ligamentos (figs. 4-6 y 5-6).</p> <p>Se insertan exteriormente en ella músculos que facilitan los movimientos de los cartílagos y está recubierta, interiormente por la mucosa laríngea.</p>	Representación analítica	
<p>Los cartílagos se dividen en impares y pares (fig. 6-6) (...)</p> <p>(...) (Dos Santos Lara, 1968: 208)</p>	Representación clasificatoria	<i>Clasificación</i>

Modo escrito: el enunciado inicial corresponde a una definición. A esta sigue una descripción, en la que se detallan características morfológicas y estructurales de la laringe: tamaño, partes que la componen externa e internamente y relaciones espaciales que guarda con otros órganos. Luego se agrega una clasificación de los cartílagos que componen la laringe.

Modo visual: las imágenes completan y refuerzan el movimiento descriptivo mediante seis esquemas. Cinco de ellos consisten en *representaciones analíticas* que muestran la laringe desde distintos ángulos para dar idea de su forma y estructura. El sexto esquema, una *representación clasificatoria*, exhibe los diferentes cartílagos que conforman la laringe en un detalle ampliado y por separado. Este esquema completa la clasificación realizada verbalmente y, al mismo tiempo, muestra la morfología de los cartílagos. La secuencia de representaciones, que guarda correspondencia con la secuencia verbal, refuerza el propósito descriptivo al añadir una dimensión espacial a la descripción verbal.

El siguiente ejemplo se trata de una secuencia explicativa en la que se detalla el proceso de transformación que atraviesa un grano de polen antes de que se produzca la fecundación.

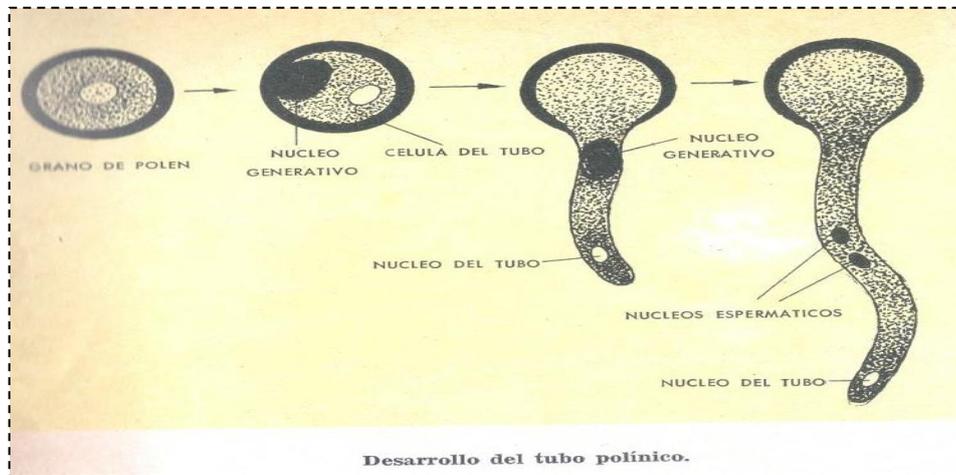


Figura 6.4: Representación narrativa secuencial que amplía una explicación (Dembo, 1979:38)

Modo escrito	Modo visual	Exposición
<p>Para alcanzar el óvulo, el grano de polen debe depositarse sobre el estigma (<i>polinización</i>); luego debe atravesar este órgano y el estilo, para llegar al ovario. Para cumplir este trayecto (...) sufre una serie de transformaciones: ante todo, a través de los poros de la exina absorbe los <i>jugos específicos</i> que le brinda el estigma (...) La absorción de los jugos del estigma provoca, naturalmente, el aumento de volumen del grano de polen, (...) el contenido del grano, junto con la intina, que es flexible, se prolonga a través de uno de los poros, constituyendo una formación que recibe el nombre de <i>tubo polínico</i> (...) el núcleo generativo se divide en otros dos que se denominan núcleos espermáticos, (...) El tubo polínico se prolonga a partir de la epidermis del estigma, atraviesa este órgano, luego el estilo todo a lo largo, para alcanzar finalmente la cavidad ovárica (...)</p>	<p>Representación narrativa secuencial (desarrollo del tubo polínico)</p>	<p>Explicación</p>

Modo escrito: la explicación verbal presenta relaciones causales que no se pueden realizar visualmente: la razón por la cual el grano de polen se transforma y el motivo de la

forma que adquiere. Además desarrolla el proceso de transformación que es reforzado por el esquema.

Modo visual: a diferencia del texto escrito, la secuencia visual que corresponde a una *representación narrativa secuencial* reproduce la transformación en una progresión temporal. En efecto se diferencian cuatro etapas de la metamorfosis de un grano de polen y los vectores son los recursos que sugieren los sucesivos cambios de estado del mismo participante (*grano de polen*). La explicitación del proceso se completa con rótulos que identifican el participante y los rasgos que se van modificando. La imagen agrega al texto escrito la representación de la forma cambiante y la dimensión temporal, realizada por la secuencia de imágenes representadas de izquierda a derecha.

### 1.2.2. El modo visual en los procedimientos

En las secciones de actividades, fotografías y esquemas orientan al estudiante en la observación de un organismo o un fenómeno. La acción de observar en esta etapa se reduce a una constatación de lo que se ha descrito y explicado en la exposición curricular. En muchos casos el procedimiento se realiza sobre organismos reales en el laboratorio y en otros casos el libro ofrece una representación del objeto de estudio. En ambos situaciones el modo verbal instruye acerca de cómo se lleva adelante el procedimiento de observación y con qué contenidos se debe relacionar lo que se observa.

Los ejemplos que siguen (figuras 6.5 y 6.6) forman parte de un trabajo de campo que se propone al final de una unidad dedicada a los animales y su ambiente, y que culmina con la construcción de un lumbricario y un acuario. La tarea sugerida es recolectar lombrices y caracoles para analizar su morfología y su comportamiento frente a distintos estímulos.



Figura 6.5.: Representación analítica en el procedimiento de observación (Botto y Pérez Calvo, 1971b: 23)

Modo escrito	Modo visual	Procedimiento de observación
Retire una lombriz grande con la pinza, colóquela en un recipiente con tierra y observe cómo cava su galería (...)		Instrucción 1: Orden de acción Orden de observación
“Ubique el animal sobre una hoja de papel blanco e indique la forma de su cuerpo (compárela con un cuerpo geométrico).		Instrucción 2 : Orden de comparación  Orden de descripción
Obsérvelo con la lupa y guíese por la figura para reconocer sus partes”	→ Representación analítica	Instrucción 3: orden de observación y reconocimiento
Toque el extremo de la lombriz con un lápiz (estímulo mecánico) y luego el posterior. Anote las reacciones en cada caso		Instrucción 4: orden de acción y registro
Moje un trocito de papel con vinagre (estímulo químico) y acérquelo hasta 2 cm por delante del extremo anterior del animal (...) Anote las reacciones.		Instrucción 5: orden de acción y registro
¿De qué manera reaccionan las lombrices frente a un estímulo mecánico?		Interrogación: pedido de descripción
¿De qué manera reaccionan frente a los estímulos químicos?		Interrogación: pedido de observación y descripción

Modo escrito: predomina el significado interpersonal realizado por verbos en imperativo que organizan la tarea en varios pasos y delimitan la función de la imagen.

Modo visual: ofrece un instrumento de observación a partir del cual se estudia el ejemplar obtenido. El esquema se articula con una orden escrita y consiste en una representación analítica en la cual se detallan las partes que integran el cuerpo de la lombriz. La imagen facilita la observación del ejemplar real y habilita el reconocimiento de contenidos que se han explicado previamente.

El ejemplo que sigue es una fotografía destinada a suplantar la observación directa:



Figura 6.6.: Representación visual en el procedimiento de observación (Botto y Pérez Calvo, 1971b, 24)

Modo escrito	Modo visual	Procedimiento de observación
Si en su acuario hay caracoles, observe cómo se desplazan y de qué se alimentan.		Instrucción 1: orden de observación
Algunos reptan sobre el vidrio y comen las algas adheridas (...)		Descripción
Retire un caracol del acuario con la pinza y observe de qué manera reacciona.		Instrucción 2: orden de acción y observación
Compruebe si tiene opérculo	→ Representación conceptual analítica	Instrucción 3: orden de observación y comprobación
¿De qué manera reaccionan los caracoles cuando los retira del acuario? ¿Qué papel desempeña el opérculo?		Interrogación: pedido de observación y formulación de hipótesis
Ampularias a orillas de una laguna Advierta las masas de huevos adheridas a las plantas	→ Representación conceptual analítica	Descripción Instrucción 4: pedido de observación

Modo escrito: en función interpersonal, introduce indicaciones de observación con algunas descripciones e interrogaciones intercaladas en la secuencia instructiva.

Modo escrito: la fotografía empleada consiste en una representación analítica que documenta la presencia de un caracol en su hábitat. Ofrece la posibilidad de comparar la imagen con un ejemplar real extraído de un acuario y facilita el reconocimiento de una parte del organismo llamada *opérculo*. Además, la representación muestra una masa de huevos adheridos a las plantas, información visual que posiblemente no se encuentre en un acuario. La imagen constituye el documento fotográfico de un hábitat, destinado a extender el contacto del alumno con los objetos de estudio.

En algunos casos el modo visual complementa la función interpersonal del modo verbal en la realización del procedimiento experimental, al mostrar la ejecución de tareas organizadas en pasos progresivos. Esta función se asocia en esta etapa, al igual que la de observación, a las secciones de actividades del manual y se realiza mediante esquemas que muestran acciones separadas en pasos que permiten completar un procedimiento.



Figura 6.7 : Representación narrativa y analítica en procedimiento experimental (Dos Santos Lara, 1965b: 79 y 80)

**Modo escrito**

Se toma un tubo de vidrio de 8 a 10 cm de diámetro. Se cierra uno de sus extremos con papel celofán fuertemente atado.

Se llena con una solución concentrada de agua y azúcar (o sal) y se cierra el otro extremo igual que el anterior

Queda así constituida una célula artificial, es la Célula de Sachs.

...

Se introduce la célula de Sachs dentro de un recipiente con agua, si es posible destilada.

Se observará que el celofán comienza a ponerse tenso y convexo, lo que demuestra que por **endósmosis** ha penetrado el agua del recipiente en la célula de Sachs.

Si después de un tiempo se prueba el agua del recipiente se notará que tiene un sabor dulce; lo que demuestra que desde la Célula de Sachs, por **exósmosis**, ha pasado agua al recipiente

**Modo visual**

Representación narrativa

Representación analítica

**Procedimiento experimental**

Instrucción 1: indicación de acciones  
Instrucción 2: indicación de acciones

Conclusión del procedimiento

Instrucción 4: indicación de acción

Instrucción 5: anticipación de resultado  
Explicación

Anticipación de resultado.  
Explicación

Modo escrito: despliega la totalidad del procedimiento mediante una serie de acciones directivas realizadas por verbos impersonales (*se toma*). También anticipa los resultados y explica la causa de los cambios que eventualmente se observarán. La demostración no está destinada a estimular la curiosidad ni la formulación de hipótesis por parte del alumno; simplemente se trata de la constatación de un fenómeno que el libro explica.

Modo visual: muestra dos de los pasos del procedimiento anticipados en el texto escrito, es decir, reproduce dos momentos del armado del experimento. Una representación narrativa, que omite al agente responsable de la acción, muestra el vertido de la solución en el tubo. Una segunda representación muestra cómo queda colocado el tubo en un recipiente con agua. Ambas imágenes realizan además procesos analíticos que permiten ver cómo se han cubierto los extremos del tubo, información que ayudará al destinatario a replicar el experimento.

En síntesis, durante el primer período, el modo visual realiza etapas de la estructura genérica subordinándose al modo escrito y ampliando o reforzando los significados que este construye. Aparece con mayor frecuencia asociado a la exposición curricular del manual, es decir la etapa de cada capítulo en la que se expone un tema. Complementa las descripciones al representar formas, estructuras y relaciones espaciales. En las explicaciones refuerza el desarrollo escrito al mostrar cambios de forma de un mismo elemento. En ambos casos realiza significados experienciales.

Las representaciones visuales también aparecen, aunque con menor frecuencia, en las secciones finales de capítulos destinadas a actividades que verifican lo aprendido en la exposición curricular. En algunos procedimientos las imágenes se emplean como documentos que habilitan la observación de organismos. En los procedimientos experimentales se articulan con el texto escrito para orientar la realización de acciones, pero el significado interpersonal queda reservado al texto escrito.

## **2. Configuración del género: 1979- 1994**

En los libros de esta etapa, los capítulos se organizan para estimular el rol activo de los destinatarios. Las primeras innovaciones se registran a partir de 1979 (Copello y Péres) en materiales que reflejan una tendencia inspirada en el modelo didáctico del descubrimiento. Los manuales que responden al nuevo paradigma privilegian las actividades. Aunque la palabra escrita sigue siendo el eje del desarrollo teórico, en las extensas secciones destinadas a las propuestas experimentales, el modo escrito asume la función de apelar al lector para estimular su

capacidad de percepción y ayudarlo a pensar. Por su parte, la imagen se vuelve indispensable para orientar la observación, pero a diferencia de los libros de la etapa anterior, en las nuevas propuestas, el alumno no se limita a verificar, sino que observa para descubrir.

En los prólogos de algunas ediciones se hace hincapié en el modo de trabajo sugerido por los nuevos materiales:

“El estudio de la Biología en el nivel medio de la enseñanza, tiene en ese libro el auxiliar esperado:

(...)

- Por los alumnos, porque los incorpora al quehacer del aprendizaje en carácter de protagonistas y no de simples receptores de conocimientos.”

(Copello y Péres, 1979)

“(...) Pero a su vez el libro también te hará preguntas y te propondrá desafíos. Por eso es fundamental que aprendas a observar y reflexionar. Verás que no es difícil y que, en poco tiempo estarás en condiciones de realizar tus propias observaciones y quizá también tus propias experiencias que, seguramente, serán más ricas y originales que las que aquí te proponemos(...)

(Dutey y Nocetti, 1987)

En ambos casos, resulta evidente que el destinatario de los libros de texto ya no es considerado como un lector pasivo a quien se le ofrecen explicaciones cerradas sobre el objeto de estudio. Esta concepción ha sido sustituida por la de un estudiante que debe participar mediante la observación, la indagación, la comparación de datos, la interpretación de los fenómenos estudiados.

El modelo de enseñanza se refleja en la estructura de género. Como se ha mostrado en el capítulo 5, en algunas ediciones (Copello y Péres, 1979; Dutey y Nocetti, 1987 y Espinoza y Espinoza, 1988) las unidades son introducidas por una sección en la que se presenta el tema mediante la explicitación de objetivos y una imagen. Llamaremos a esta sección en la que se establece el contacto con el tema, *apertura curricular*.

A continuación de la página introductoria, una *exposición curricular* despliega el tema del capítulo combinando secuencias descriptivas y explicativas complementadas por imágenes que habilitan la observación formas externas y estructuras internas tal como sucedía en los manuales más antiguos. Estas secciones tienden a ser más breves que en la etapa precedente, característica que responde al modelo del descubrimiento. En efecto, según esta concepción los contenidos conceptuales pierden importancia frente a la trascendencia que se le otorga a los procedimientos metodológicos de la ciencia (Perales Palacios y Cañal de León, 2000: 173).

En algunos manuales (Espinoza y Espinoza, 1988; Zarur, 1994) aparece una nueva sección que llamaremos *ampliación de exposición*, destinada a agregar información

complementaria de lo estudiado: entrevistas a científicos, descubrimientos sobre el tema, datos curiosos<sup>2</sup>. No obstante, el cambio sustancial se produce en los espacios destinados a las actividades, donde se verifican nuevas funciones del modo visual. La diversa gama de actividades propuestas consiste en experimentos simples, recolección y clasificación de datos, observación y comparación de eventos, interpretación de imágenes y de textos. La formulación de estas actividades no implica aún la resolución de problemas, se trata más bien de adquirir destrezas procedimentales y llevar a cabo operaciones de pensamiento a partir de las acciones que proponen las tareas de campo o de laboratorio.

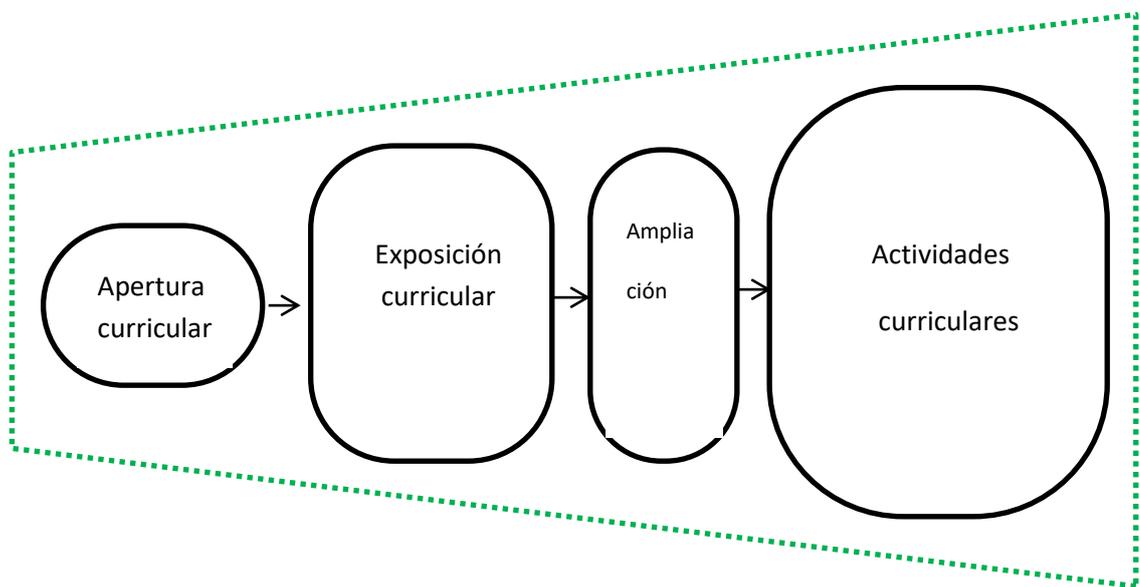


Figura 6. 8: Estructura prototípica de una unidad temática en manuales del segundo período (1979-1994)

## 2.1. Realización visual en la estructura de género

A los usos del modo visual descritos para el período anterior, se agregan nuevos empleos de la imagen que se relacionan con la importancia otorgada, en este período, a las actividades. Dejaremos de lado las representaciones que completan el desarrollo verbal en las exposiciones curriculares y nos centraremos en el aporte de las imágenes al despliegue de procedimientos de distinto tipo.

<sup>2</sup> La inclusión de estas secciones en este período comienza a reflejar una preocupación por incluir en los contenidos escolares la relación entre ciencia, tecnología y sociedad. La evaluación del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad comenzó en países desarrollados en la década del '70 y fue incorporada plenamente a los manuales argentinos a partir de 1996.

### 2.1.1. El modo visual en los procedimientos

Las actividades en este período persiguen dos propósitos generales: que los alumnos comprendan el funcionamiento de los sistemas naturales y que pongan en práctica procedimientos y operaciones mentales asociados a la construcción del conocimiento en biología. Entre las aplicaciones más frecuentes de las imágenes se distinguen tres usos centrados en acciones que deben llevar a cabo los destinatarios del manual: la *identificación* de nociones explicadas previamente, el *registro* de datos y la *interpretación* de información.

La *identificación* implica la recuperación de un concepto ya explicado y su aplicación a un caso concreto. Para cumplir con este propósito a veces es necesario realizar otras operaciones previas como la comparación o la clasificación. La identificación se completa cuando el alumno puede ponerle nombre al fenómeno u objeto que debe identificar. El *registro de datos* suele ser propuesto tanto para las tareas de campo como para las de laboratorio y en estos casos la representación visual ofrece un soporte para ordenar los datos que se recogen. Finalmente, llamaremos *interpretación* a las actividades que sugieren la puesta en relación de distintas informaciones para llegar a alguna conclusión inducida o sugerida por el tipo de información que se ofrece. A veces esta actividad se presenta como una imagen o una secuencia de imágenes acompañada de consignas que orientan la interpretación. En otras ocasiones se utilizan gráficos también con el soporte de consignas para su lectura.

En la figura 6.9, tomada de la sección “*Aplica lo que aprendiste*” de un capítulo que trata sobre ecosistemas, se presenta una secuencia de tres dibujos que el lector debe relacionar mediante una comparación.

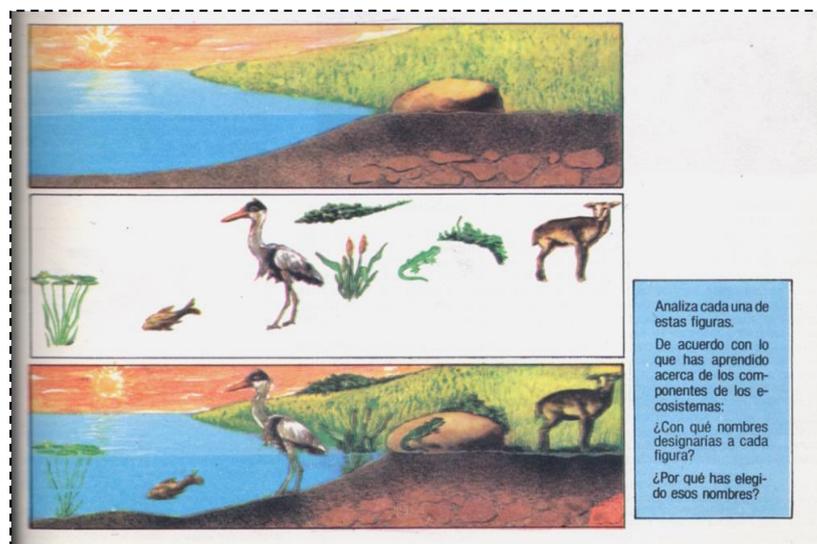


Figura 6.9: Procedimiento de identificación (Dutey y Nocetti, 1987a:13)

Modo visual	Modo escrito	Actividad de identificación
Representación conceptual analítica (hábitat)	Analiza cada una de las figuras.	Observación y vinculación hábitat/organismos
Representación conceptual clasificatoria (organismos)	De acuerdo con lo que has aprendido acerca de los componentes de un ecosistema:	Denominación
Representación conceptual topológica (ecosistema)	¿Con qué nombre designarías a cada figura? ¿Por qué has elegido esos nombres?	Justificación

Modo visual: presenta una secuencia de tres viñetas. En la primera, se muestra un ambiente natural compuesto por agua, tierra y sol. En la segunda, aparece un grupo de animales y plantas sin contexto. En la tercera viñeta, se han integrado las dos imágenes precedentes. La separación de los elementos en las dos viñetas iniciales induce a recuperar las nociones de *componentes abióticos* y *componentes bióticos*, explicadas al inicio del capítulo. En la última viñeta se integran ambos componentes para que el observador incorpore el concepto de *ecosistema*. En esta recuperación de conceptos interviene el modelo teórico estudiado.

Modo escrito: las preguntas son necesarias para relacionar los cuadros que integran la secuencia y recuperar los conceptos. Una vez que se han reconocido los elementos de los dos primeros cuadros es necesario darles un nombre, con lo cual se lleva a cabo el reconocimiento de especies pertenecientes a un ambiente, y al mismo tiempo se explicitan las nociones teóricas que permiten interpretar la escena. (*¿Con qué nombre designarías a cada figura?/¿Por qué has elegido esos nombres?*). El modo escrito establece el orden de lectura e induce la identificación de conceptos en las imágenes.

La figura 6.10, procedente de una sección de actividades referidas a la Teoría de la evolución, presenta un conjunto de órganos de locomoción para que el lector los clasifique por comparación.

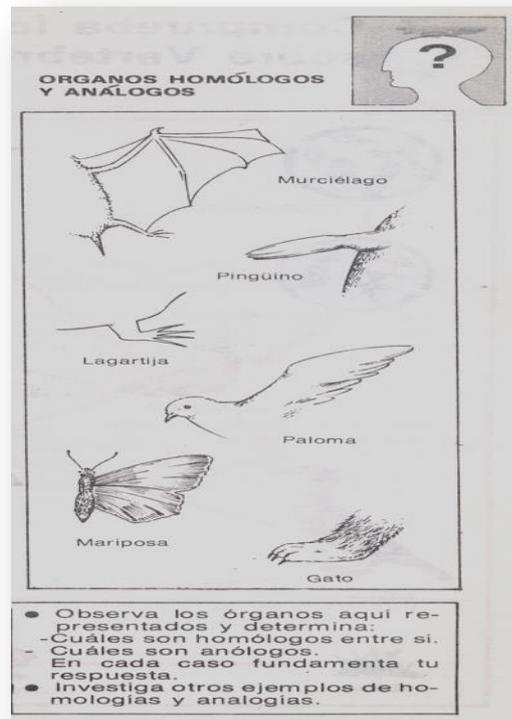


Figura 6.10: Procedimiento de identificación (Dutey y Nocetti, 1987: 91)

Modo visual	Modo escrito	Actividad de identificación conceptual
Representaciones clasificatorias (morfologías)	<p>Observa los órganos aquí representados y determina:</p> <p>¿Cuáles son homólogos entre sí? ¿Cuáles son análogos? En ambos casos fundamenta tu respuesta.</p> <p>Investiga otros ejemplos de homologías y analogías</p>	<p>Observación/ Comparación</p> <p>Clasificación</p> <p>Justificación</p>

Modo visual: como en el ejemplo anterior, las representaciones visuales preceden a las consignas. Los dibujos (*representaciones analíticas*) focalizan los órganos de distintos animales para que se los clasifique como homólogos o análogos. El procedimiento se inicia con la observación y comparación de los dibujos y termina cuando el observador puede asignar un nombre a cada organismo.

Modo escrito: cumple una función interpersonal al orientar la comparación de los dibujos y establecer el marco teórico a partir del cual las imágenes deben ser identificadas y clasificadas.

La figura 6.11. muestra cómo esquematizar un hábitat después de haber realizado un trabajo de campo en el que se exploró un ecosistema y se recogieron muestras de organismos.

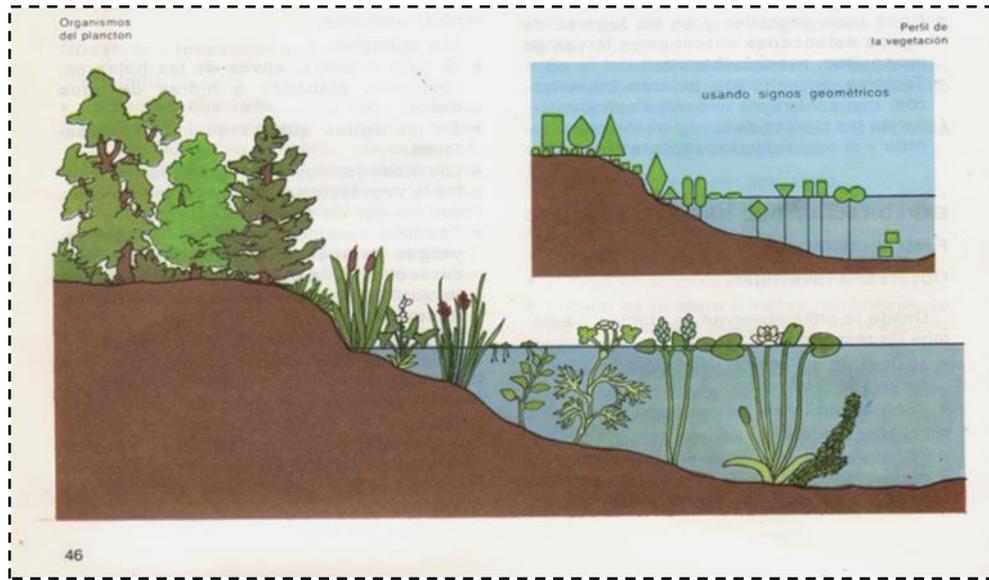


Figura 6.11: Registro de datos (Copello y Péres, 1979: 46)

Modo visual	Modo escrito	Actividad de registro de datos
Representación analítica	<p>Finalizamos nuestro <b>trabajo de campo</b>.</p> <p>Antes de partir sintetizamos todo cuanto vimos. Miramos la superficie del suelo, vemos cómo desciende el nivel del mismo en dirección al agua y llegamos a ella.</p> <p>Dibujamos en nuestra libreta de notas <b>este perfil</b> que enriquecemos con el <b>perfil de la vegetación</b> que conocimos y que podemos esquematizar con símbolos convencionales (pueden ser los usados en matemática; líneas, puntos, triángulos, óvalos)</p>	<p>-Observación directa</p> <p>-Registro esquemático de observación</p> <p>-Comparación</p> <p>-Traducción a un registro abstracto</p>
Representación analítica		

Modo visual: mediante una representación analítica se sugiere el tipo de esquema mediante el cual se puede registrar lo observado en una libreta. Otra parte de la propuesta consiste en traducir la información tomada de la realidad a símbolos geométricos, para ello se presenta una segunda representación que ejemplifica el registro más convencional.

Modo escrito: el texto escrito instruye sobre lo que debe hacerse y establece el orden de las acciones. Indica los factores que deben ser observados y luego explica qué tipo de esquema puede registrar la escena.

La figura 6.12 reproduce un trabajo práctico destinado al reconocimiento de las adaptaciones de un pez a la locomoción. El ejercicio consiste en observar un organismo real y registrar sobre el dibujo los distintos tipos de aletas que hacen posible su desplazamiento.

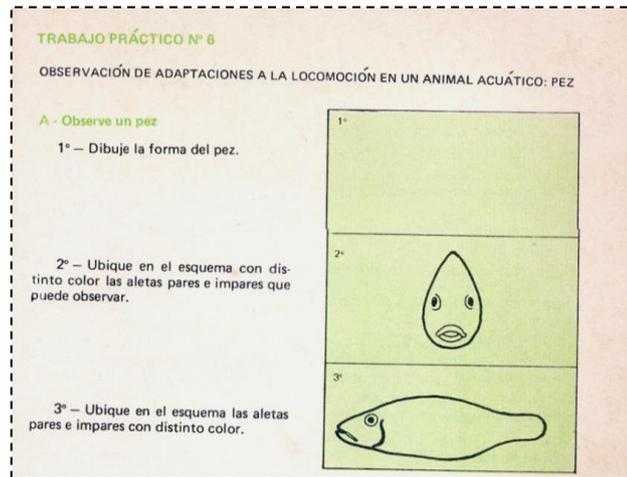


Figura 6.12: Registro de datos (Zarur, 1979: 161)

#### Modo visual

- Espacio para completar
- Representación conceptual analítica (para completar)
- Representación conceptual analítica (para completar)

#### Modo escrito

Observar:  
Dibuje la forma de un pez  
Ubique en el esquema con distinto color las aletas pares e impares que puede observar  
Ubique en el esquema las aletas pares e impares con distinto color

#### Actividad de registro

Observación

- Instrucción 1: -Esquemización  
Instrucción 2: -Incorporación de datos a un esquema  
Instrucción 3: -Incorporación de datos a un esquema

Modo visual: el lector encuentra una representación visual incompleta, distribuida en tres cuadros consecutivos, en la que debe colocar los elementos que faltan. El primer cuadro se utilizará para el registro de la forma del pez. Los cuadros que siguen (vistas frontal y lateral del animal) deberán ser completados con la ubicación correcta de las aletas. Mediante esta forma de registro, no sólo se pone en práctica una observación selectiva del organismo, orientada por un objetivo de reconocimiento, sino que también se involucra al alumno en el diseño de un esquema.

Modo escrito: como en el ejemplo anterior, el modo escrito aporta una serie de instrucciones que ayudan a producir los esquemas.

Por último, los *procedimientos de interpretación* se ubican en la sección de actividades para verificar que el lector ha comprendido un desarrollo explicativo previo. El modo visual ofrece información que el observador debe contextualizar y vincular con una noción aprendida. La acción de interpretación consiste en la recuperación y asociación de significados que han sido desarrollados en la exposición curricular a partir de la lectura de los datos que aporta una representación visual.

La figura 6.13 pertenece a la sección “*Observa e interpreta*” de un capítulo que explica la importancia de la luz para la vida de los vegetales.

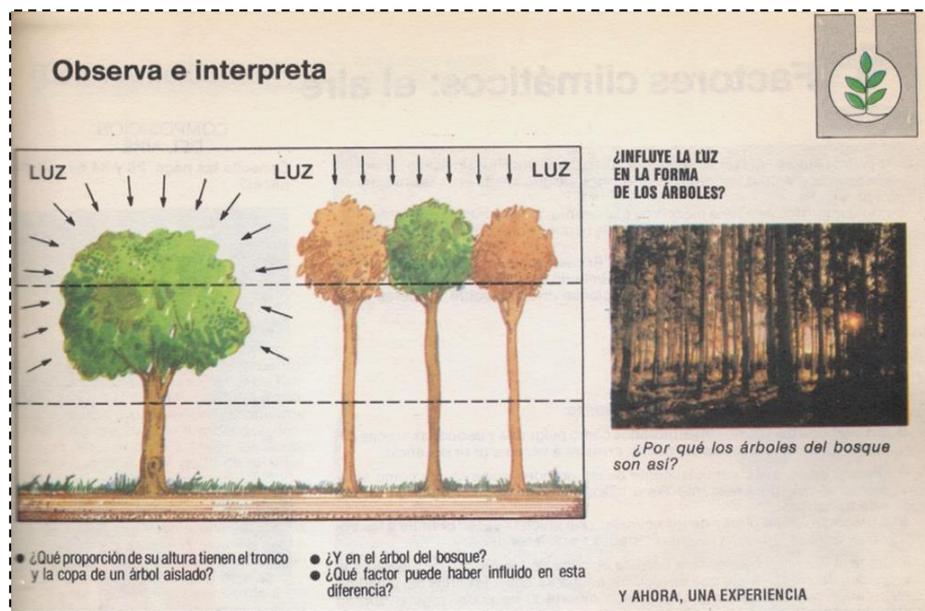


Figura 6.13: Procedimiento de interpretación (Dutey y Nocetti, 1987: 35)

Modo visual	Modo escrito	Actividad de interpretación
Representación topológica	¿Qué proporción de su altura tienen el tronco y la copa de un árbol aislado?	Observación/Comparación
Representación topológica	¿Y en el árbol del bosque? ¿Qué factor puede haber influido en esta diferencia?	Comparación/ Formulación de hipótesis
Representación analítica	¿Por qué los árboles del bosque son así?	Observación/ Interpretación

Modo visual: la secuencia de imágenes está compuesta por un esquema y una fotografía. El esquema está formado por dos *representaciones topológicas* que muestran respectivamente

la incidencia de la luz sobre los árboles y el efecto sobre su crecimiento. La secuencia establece una relación entre tres factores: desarrollo de la copa de los árboles, altura de los mismos y exposición a la luz. El lector debe descubrir estas relaciones observando cada representación por separado y luego comparándolas. A continuación deberá utilizar sus conclusiones para interpretar la fotografía ubicada a la izquierda de la composición. El resultado final será una explicación que relacione la forma en que crecen los árboles del bosque con la incidencia de la luz sobre el crecimiento.

Modo escrito: cuatro preguntas ubicadas al pie de cada imagen ordena el progreso de la observación y ayudan a asociar los factores representados visualmente. La primera centra la observación en el crecimiento de un árbol aislado; la segunda sugiere una comparación con el crecimiento de muchos árboles en un espacio; la tercera introduce el factor determinante del crecimiento: la luz. La última pregunta cierra la interpretación. El lector debe vincular los significados de *crecimiento de las plantas y energía lumínica*.

Entre las actividades relacionadas con textos, es frecuente encontrar, en este período, la presentación de datos en gráficos que los alumnos deben aprender a interpretar. La figura 6.14, tomada de la sección “Aplica lo que aprendiste”, presenta un ejemplo de este tipo.

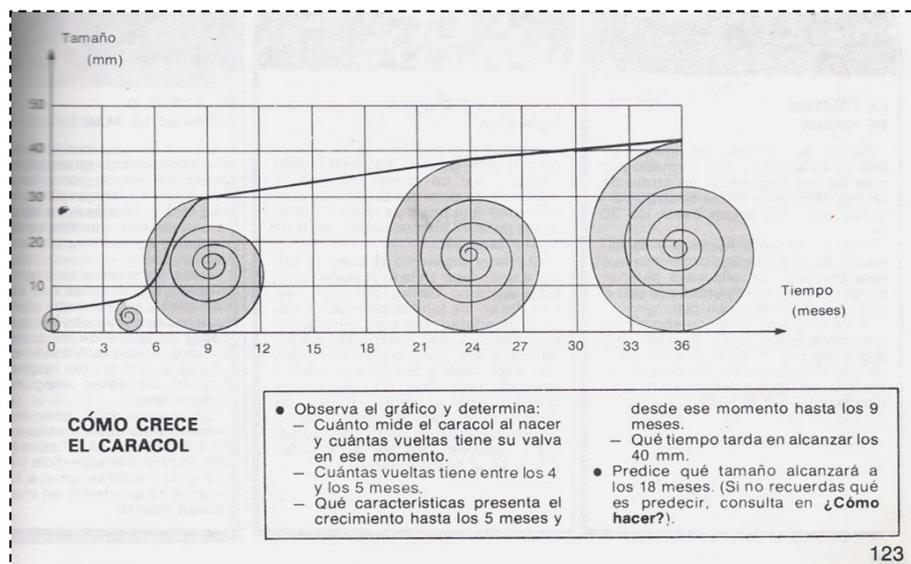


Figura 6.14: Procedimiento de interpretación (Dutey y Nocetti, 1987b: 123)

Modo visual	Modo escrito	Actividad de interpretación
Representación topológica	Observa el gráfico y determina: -Cuánto mide el caracol al nacer y cuántas vueltas tiene su valva en ese momento -Cuántas vueltas tiene entre los cuatro y los cinco meses -Qué características presenta el crecimiento hasta los 5 meses y desde ese momento hasta los 9 meses. -Qué tiempo tarda en alcanzar los 40 mm.  Predice: qué tamaño alcanzará a los 18 meses.	Observación  Extracción de datos Comparación   Interpretación de los datos y predicción

Modo visual: el gráfico representa el ritmo de crecimiento de un caracol. Una representación topológica reproduce la transformación del caracol en el tiempo sobre la coordenada horizontal del gráfico. El lector debe vincular esta información con la dimensión, representada por la coordenada vertical del gráfico.

Modo escrito: es indispensable para orientar la interpretación porque indica qué información se debe buscar en la representación.

La interpretación, en este ejemplo, persigue un segundo objetivo: utilizar de los significados recuperados para llevar a cabo una acción cognitiva en forma autónoma. Así, el objetivo final del ejercicio es que el lector utilice los datos para predecir el crecimiento futuro del caracol.

En suma, en este período, a las tradicionales figuras que exhiben la forma y la estructuras de los organismos, se agregan representaciones destinadas a estimular operaciones de pensamiento tales como la comparación, la clasificación, la formulación de hipótesis y la interpretación. En todos estos casos, las representaciones visuales constituyen fuentes de información a partir de las cuales se estimulan operaciones de identificación, registro e interpretación.

### 3. Configuración de género: 1995- 2005

A partir de 1995, la concepción constructivista del aprendizaje se traduce en los manuales en secuencias pedagógicas que, al igual que en el período anterior, incorporan al alumno como interlocutor y protagonista de la construcción del saber. Sin embargo, a diferencia de los textos que siguen el modelo del descubrimiento, los manuales de esta etapa consideran los conocimientos previos y esquemas mentales del receptor como punto de partida para acceder al conocimiento especializado. Para la perspectiva cognitivista (Ausubel, Novak, Hanesian, 1983), el aprendizaje significativo se produce al cabo de un proceso cuyo punto de partida son las nociones previas de los alumnos acerca del mundo y la existencia de teorías de ‘sentido común’, desde las cuales estos interpretan los fenómenos. El proceso consiste en ayudar a los estudiantes a revisar y reconstruir sus modelos personales para acercarse a los propuestos por la ciencia.

La práctica pedagógica que surge del modelo constructivista interpela al alumno, lo induce a cuestionar sus saberes y a buscar nuevas explicaciones. Por esta razón, los libros presentan secuencias de trabajo que remiten a la experiencia cotidiana del lector, entablan con él diálogos imaginarios mediante la formulación de preguntas y la creación de situaciones problemáticas y estimulan la contrastación y verificación de hipótesis. En esta etapa, la palabra escrita agrega, a su tradicional propósito descriptivo, una función interpersonal que sitúa al alumno como protagonista del aprendizaje. Esto implica que, en la configuración del macrogénero, el discurso regulativo adquiere relevancia y una de sus funciones primordiales es orientar la observación de las representaciones visuales.

Los manuales de esta etapa difieren según la propuesta editorial en la forma de organizar los capítulos; sin embargo en todos los casos examinados, cada capítulo se desarrolla imitando el formato de una clase, es decir como una secuencia de secciones con objetivos de comunicación particulares pero integrados en función del propósito general. Las secciones que hemos relevado para el período son: a) apertura curricular, b) exposición curricular, c) ampliación de exposición curricular (artículos de divulgación, informes históricos, entrevistas, textos científicos), d) actividades de revisión conceptual y d) actividades experimentales. Al interior de cada sección los significados son realizados verbal y visualmente. Antes de adentrarnos en las funciones que asumen los modos verbal y visual, veremos en qué consiste cada sección y en qué se diferencia de las secciones similares del período anterior.

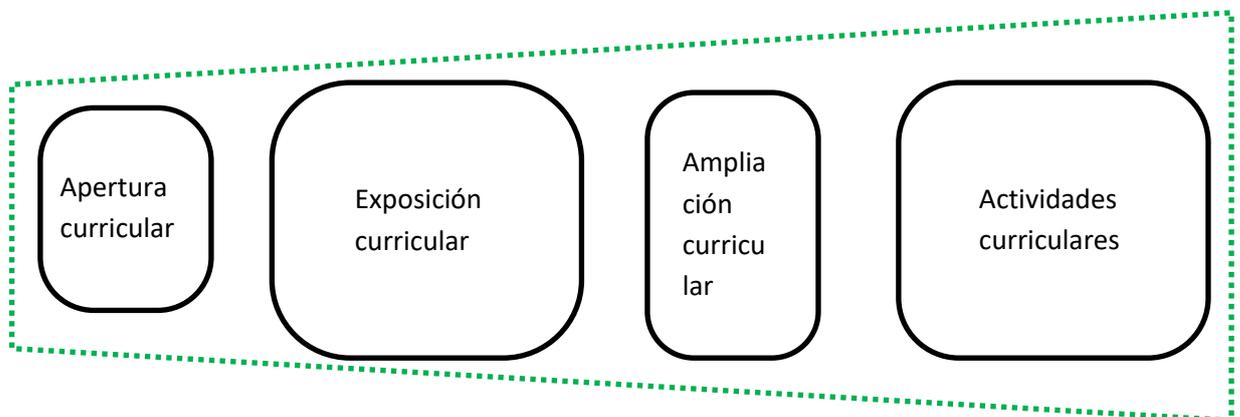
La apertura curricular introduce el tema, activa conocimientos previos y prepara al lector para el desarrollo que encontrará en el informe. Estas aperturas, ausentes en el primer período analizado y de escaso desarrollo en la etapa de transición, alcanzan complejidad a fines de los

noventa. Se advierte en ellas la intención de involucrar al lector en la exploración de los fenómenos que se estudian. En algunos manuales, el espacio se utiliza para introducir una perspectiva histórica (Puerto de Palos, 2001, 2005; Santillana 1997, 2000) .

La *exposición curricular* se organiza a partir de secuencias descriptivas y explicativas realizadas verbal y visualmente. Es la sección de mayor extensión y su propósito general es desarrollar los contenidos presentados en la apertura. En este espacio se despliegan gradualmente los conceptos seleccionados para el capítulo. Un recurso utilizado para introducir a los lectores en el conocimiento especializado es recuperar información de la experiencia cotidiana, para pasar progresivamente a la construcción de sistemas conceptuales.

Utilizamos la denominación de *ampliación de exposición* para los textos informativos que completan el desarrollo de conceptos curriculares. Estos contenidos se concentran en secciones especiales, ubicadas al final de los capítulos. Estos espacios están destinados a la historia de la ciencia y la divulgación periodística de temas científicos o tecnológicos. Suelen estar identificadas en las presentaciones de los manuales con una especificación de su objetivo dentro de la secuencia de aprendizaje. Por ejemplo, en las ediciones de Tinta Fresca, las ampliaciones de exposición llevan títulos que las diferencian: en *Con-texto de la ciencia* se incluyen artículos periodísticos vinculados con el valor del conocimiento científico para la sociedad, en *Con-texto del arte* se vincula el saber especializado con una manifestación artística, en *Con-texto de la tecnología* se habla del impacto social de la tecnología. El rol de las representaciones visuales en esta sección tiende a ser ilustrativo. Se emplean fotografías para destacar alguna información o documentar datos, o dibujos que añaden una dimensión estética.

En lo que respecta a la sección de actividades, es más amplia que en los períodos precedentes. Se mantienen los procedimientos experimentales y los trabajos de campo. Se añaden trabajos de investigación y análisis de textos. Pese al crecimiento de la sección, las imágenes son utilizadas con las mismas funciones que se registran en los períodos anteriores.



6.15: Estructura prototípica de una unidad temática en textos del tercer período (1995-2005)

### 3.1. Realización visual en la estructura de género

Desde la psicología cognitiva se sostiene que las ideas de las personas están organizadas en una estructura cognitiva y que la incorporación de información nueva está condicionada por dicha estructura. Así, el aprendizaje es un proceso activo, en el que la información interactúa con ideas preexistentes. Uno de los problemas que presenta la enseñanza de la ciencia es que las ideas que tienen los estudiantes acerca del mundo natural no siempre coinciden con las que acepta la comunidad científica y además, son resistentes al cambio (Jiménez Aleixandre, 2003, 13 y ss.). Las acciones de enseñar y aprender ciencia constituyen un proceso en el que las concepciones que proceden del sentido común o de la experiencia de los alumnos interactúan con las que genera la comunidad científica. Este proceso, que no implica el reemplazo de unas concepciones por otras, sino la transformación y extensión de nociones acerca del mundo se denomina *cambio conceptual* (Hewson, 1992).

Otro obstáculo para el aprendizaje de la ciencia es el contexto de aprendizaje. Brown, Collins y Duguid (1989) señalan que las actividades escolares arquetípicas no suelen estar enmarcadas en la cultura disciplinar, por ello el objetivo teórico de la instrucción no llega a realizarse a menos que se propongan actividades auténticas que pongan al estudiante en contacto con el ‘oficio’ de hacer ciencia, lo cual implica no sólo el abordaje del conocimiento teórico sino también del conocimiento práctico. Esta perspectiva instala la idea de *conocimiento situado* que se traduce en el planteo de problemas reales en cuya resolución se aplican conceptos teóricos y en una tendencia a vincular los temas que se estudian en el aula con aspectos del contexto exterior.

El discurso de los manuales propicia en el lector la construcción cognitiva y busca orientarlo hacia el logro del cambio conceptual. Este rasgo se traduce en un discurso que tiende a incorporar al destinatario del texto en la construcción de explicaciones y en el que el potencial de significación del modo visual cobra importancia.

#### 3.1.1. El modo visual en las aperturas curriculares

Las aperturas de unidades temáticas, en los textos de esta etapa, utilizan las imágenes como punto de partida para introducir los contenidos de una unidad de aprendizaje. Como se ha visto en el capítulo 5, una fotografía o un dibujo, ubicados como lo *dado* en la distribución de la información, son objeto de la observación orientada por interrogantes, que inducen a comparar,

revisar conocimientos previos y analizar la realidad presentada. Las imágenes se utilizan para estimular una actitud de observación orientada a que el estudiante confronte sus saberes con modelos científicos. Las figuras 6.16 y 6.17 presentan dos casos de aperturas, la primera incluye fotografías que motivan la exploración del concepto de *biodiversidad*; la segunda incorpora dibujos que sitúan el tema de estudio en la vida cotidiana y lo presentan como problema.



Figura 6.16: Exploración en apertura curricular (Aristegui et al., 1997: 150)

Modo visual	Modo escrito	Apertura curricular
Representaciones clasificatorias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Vieron alguna vez un documental sobre organismos de una zona desértica, de una zona selvática o de una zona polar?</li> <li>• Analicen ahora las fotografías ¿Qué organismos reconocen en ellas?</li> <li>• Si tuvieran que clasificarlos en dos más grupos, ¿qué criterios elegirían?</li> <li>• Los organismos representados, muestran el mismo nivel de complejidad estructural? ¿Podrían ordenarlos del menos complejo al más complejo?</li> </ul>	<p>Contacto con el objeto de estudio</p> <p>Interrogación orientada a la exploración</p> <p>Instrucción orientada a la recuperación de saberes previos</p> <p>Sugerencia orientada a la clasificación</p> <p>Sugerencia orientada a la comparación y clasificación</p>

- En los programas periodísticos se suele hablar de la conservación de la biodiversidad. ¿Por qué les parece que resulta útil conocer y estudiar la diversidad de las plantas y de los animales de una región?

Sugerencia de discusión

Modo visual: el tema se presenta para ser explorado a partir de cuatro fotografías que deben ser observadas como un conjunto y constituyen una representación clasificatoria al presentar ejemplos de la *diversidad de la vida*. El tamaño idéntico y la distribución en paralelo de las imágenes sugieren las operaciones de comparación y clasificación. Estas representaciones ponen en contacto al lector con el tópico de estudio; ofrecen un punto de partida para interrogar y guiar al alumno en la exploración del tema, que precede a su explicación.

Modo escrito: las preguntas, enmarcadas debajo de las imágenes, guían la interpretación de la representación. La primera indaga acerca de conocimientos previos que puedan tener los receptores, en tanto las tres siguientes vinculan la observación con operaciones mentales y discursivas: descripción, clasificación y comparación. Finalmente, una última pregunta introduce el término *biodiversidad*, concepto central de la unidad en estudio, e invita al lector a revisar sus nociones previas a partir de una fundamentación.

La figura 6.17 muestra la apertura de una sección sobre el organismo humano.

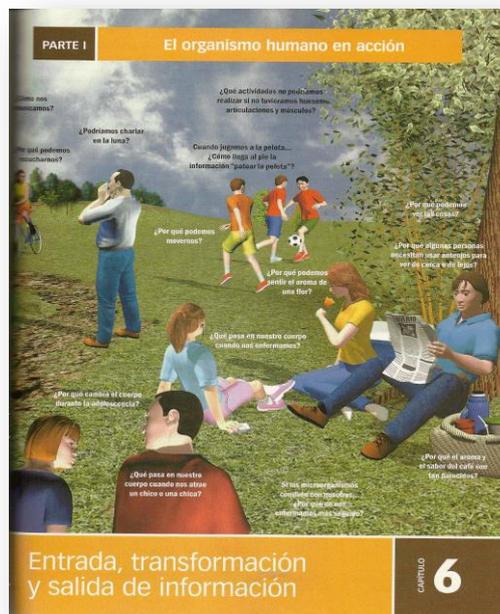


Figura 6.17: Exploración en apertura curricular (Bazán, Nisenholz y Muler, 2005)

Modo visual	Modo escrito	Apertura curricular
Representaciones narrativas	<p>¿Qué actividades no podríamos realizar si no tuviéramos huesos, articulaciones y músculos?            (...)¿Cómo llega al pie la información “patear la pelota”?            ¿Cómo nos comunicamos?            ¿Por qué podemos escucharnos?            ¿Podríamos charlar en la luna?            ¿Por qué podemos movernos?            ¿Por qué podemos ver las cosas?            ¿Por qué podemos sentir el aroma de una flor?            ¿Por qué algunas persona necesitan anteojos para ver de lejos?            ¿Qué pasa en nuestro cuerpo cuando nos enfermamos?            ¿Qué pasa en nuestro cuerpo cuando nos atrae un chico o una chica?</p>	<p>Presentación de actividades humanas</p> <p>Interrogantes</p>

Modo visual: el dibujo recrea una escena de la vida cotidiana: adolescentes y adultos realizando distintas actividades y situados en un ámbito natural. Esta recreación del mundo en el que se desarrolla la vida humana, propone la identificación de los destinatarios del texto con la experiencia representada y ofrece un contexto concreto desde el cual se abordarán nociones abstractas.

Modo escrito: las preguntas, diseminadas por la página y superpuestas a las imágenes, establecen un vínculo entre la escena familiar y la realidad no visible que explica la vida. Para comprender lo que realmente se muestra en la escena y por qué los seres humanos pueden moverse, respirar, sentir, el lector debe buscar las respuestas a los interrogantes planteados, que se desarrollaran a los largo del capítulo.

### 3.1.2. El modo visual en las exposiciones curriculares

Las exposiciones curriculares se orientan, como las introducciones, a facilitar el proceso de pensamiento que conduce al cambio conceptual. Por esta razón suelen avanzar desde la interrogación vinculada a fenómenos de la vida cotidiana hacia la construcción de nociones complejas. Las imágenes tienen un rol importante en este proceso de estructuración de conceptos que son nuevos para el alumno.

El texto escrito alterna etapas de desarrollo expositivo en el cual se suceden definiciones, descripciones, clasificaciones, explicaciones apoyadas con ejemplos y analogías, con interrogaciones y apelaciones en las que emerge la función interpersonal. El modo visual, por su parte, como en las aperturas curriculares, construye escenarios de observación a partir de los cuales se interroga al alumno. En el despliegue de la exposición, aporta dimensiones de significado que las palabras no pueden realizar e introduce representaciones destinadas a la visualización integral de los fenómenos que se estudian.

Se analizarán tres usos de las representaciones visuales en el desarrollo de la estructura de género, que enriquecen la exposición curricular aportando significados estratégicos para la realización del cambio conceptual. El primer uso consiste en habilitar un cambio en la concepción de los objetos de estudio que permita pasar de la experiencia cotidiana a la conceptualización de científica. El segundo se refiere a la expresión de dimensiones de significado que no son observables a simple vista, que las palabras no pueden comunicar y que son importantes para la comprensión del fenómeno en estudio. El tercero se vincula con el enlace entre conceptos en el despliegue de una explicación, útil para la visualización de los sistemas biológicos y sus dinámicas de funcionamiento.

En las figuras 6.18 y 6.19, se ilustra el primer uso. La articulación de representaciones y de modalidades que hemos analizado en los capítulos 3 y 4 es clave para propiciar un movimiento desde la experiencia cotidiana hacia el descubrimiento de los sistemas complejos que originan la vida. La figura 6.18 presenta una secuencia en la que modo verbal y el visual se articulan en una explicación sobre el concepto de nutrición.

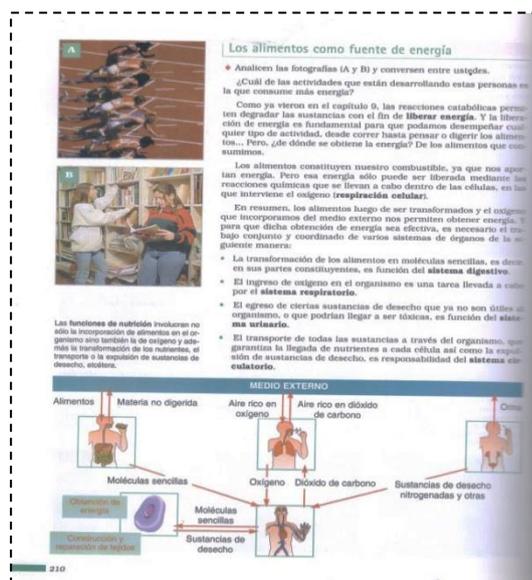


Figura 6.18: Vinculación de la experiencia cotidiana con una noción teórica. (Aristegui et al., 1997:210)

Modo visual	Modo escrito	Exposición curricular
Representación narrativa 1 (atletas inician una carrera)	Los alimentos como fuente de energía	Presentación tema
Representación narrativa 2 (jóvenes buscan libros)	Analicen en las fotografías (A y B) y conversen entre ustedes:	Observación
	¿Cuál de las actividades que están desarrollando estas personas es la que consume más energía?	Comparación
	Como ya vieron en el capítulo 9 las reacciones catabólicas permiten degradar las sustancias con el objeto de <b>liberar energía</b> . Y la liberación de energía es fundamental para que podamos desempeñar cualquier tipo de actividad, desde correr hasta pensar o digerir los alimentos (...)	Recuperación de concepto
	Los alimentos constituyen nuestro combustible, ya que nos aportan energía. Pero esa energía solo puede ser liberada mediante reacciones químicas que se llevan a cabo dentro de las células en las que interviene el oxígeno ( <b>respiración celular</b> ).	Explicación
	En resumen, los alimentos, luego de ser transformados, y el oxígeno que incorporamos del medio externo nos permiten obtener energía, pero para que dicha obtención de energía sea efectiva es necesario el trabajo conjunto de varios sistemas de órganos (...)	Denominación
Representación topológica  -funciones de los sistemas -circulación de sustancias -transformación de nutrientes	-La transformación de los alimentos en moléculas sencillas, es decir en sus partes constituyentes es tarea del <b>sistema digestivo</b> . -El ingreso de oxígeno al organismo es una tarea llevada a cabo por el <b>sistema respiratorio</b> -El egreso de ciertas sustancias de desecho que ya no son útiles al organismo o que podrían llegar a ser tóxicas es función del <b>sistema urinario</b> -El transporte de todas las sustancias a través del organismo que garantiza la llegada de nutrientes a cada célula, así como la expulsión de sustancias de desecho es responsabilidad del <b>sistema circulatorio</b> .	Reformulación
		Descripción  (Modelo de la interacción de sistemas)

Modo visual: las imágenes son el punto de partida de la explicación porque enlazan el tema con situaciones de la vida cotidiana que deben ser comparadas por el alumno (carrera, búsqueda de libros). Desde esta referencia, se pasa a la noción de *liberación de energía*, que ha

sido explicada en un capítulo previo, y desde esta noción, al concepto de *sistemas de órganos* y sus respectivas funciones en la nutrición. Esta explicación es realizada verbalmente. El tema se cierra con una *representación topológica* que esquematiza la dinámica de los sistemas de órganos, muestra sus interacciones y las transformaciones que sufren las sustancias.

Modo escrito: orienta la interpretación de las fotografías mediante preguntas, vincula el concepto *liberación de energía* con una explicación previa y describe las funciones de cada sistema orgánico.

En síntesis, el modo visual abre y cierra la explicación; al inicio, establece el enlace del tema estudiado con situaciones de la vida cotidiana y sobre el final, muestra las relaciones dinámicas entre los sistemas del cuerpo humano a través del intercambio y la transformación química de las sustancias que generan energía.

En la figura 6.19 se introduce el estudio de las células:



Figura 6.19: Vinculación de la experiencia cotidiana con una noción teórica. (Cerdeira, et al., 2005: 217)

Modo escrito	Modo visual	Exposición curricular
<p>Actualmente sabemos que las células son unidades que componen a los organismos vivos. Hay seres vivos unicelulares, es decir formados por una sola célula –como las bacterias, los protozoos, algunos hongos y ciertas algas- y también pluricelulares, constituidos por muchas células que interactúan y cooperan entre sí. Esto ocurre en la mayoría de los hongos, los animales y las plantas. En un ser vivo pluricelular hay células con formas y funciones diferentes. Pero en todas ellas se distinguen tres componentes comunes:</p>	<p>Representación narrativa (niño riega plantas)/ Representación conceptual clasificatoria (tipos de células)</p>	<p>Definición Clasificación</p>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La membrana plasmática, que rodea a la célula y define su extensión, aísla el contenido celular del exterior, regulando el intercambio de materiales con el entorno, y así permite la interacción con otras células</li> <li>2. El contenido celular o citoplasma, en el cual se observan distintas estructuras, algunas permanentes y otras transitorias</li> <li>3. El material hereditario o información genética de la célula, en forma de filamentos llamados cromosomas, que permite renovar las partes y producir células hijas.</li> <li>4. Las células nacen, crecen, se reproducen y mueren. (...) Las células realizan todas las funciones vitales o actividades de la materia viva. (...)</li> </ol>		<p>Descripción</p>
		<p>Narración/ Clasificación</p>

Modo escrito: introduce la noción de diversidad celular, presenta una clasificación de organismos según la cantidad de células que poseen, describe la estructura de la célula y sus funciones vitales.

Modo visual: una composición de fotografía y micrografías contiene dos tipos de representaciones subordinadas una a otra. La principal, una *representación narrativa* que muestra a un niño regando una planta, sugiere un enlace entre el tema de estudio (la célula como unidad de vida) y la manifestación de la vida en una situación cotidiana (*la interacción de dos organismos vivos*). En la misma composición aparece una *representación clasificatoria* de distintos tejidos delimitados por círculos, que imitan la perspectiva del microscopio. En ella se vincula la noción de *tipos de células* con las nociones de *forma* y *función*: las micrografías ponen en evidencia las diferentes morfologías celulares, en tanto los enunciados verbales que acompañan las imágenes explicitan las funciones.

El conjunto de imágenes refuerza la idea, introducida verbalmente en el comienzo del texto, de que la *célula* es un componente común a todos los seres vivos. En efecto, en la representación visual clasificatoria, las células vegetales están dispuestas en un mismo nivel que las células humanas, es decir son subclases del concepto *célula*, elemento *superordinado* de la clasificación. La figura ayuda al lector a establecer un nexo con la realidad que conoce: la acción cotidiana de regar las plantas tiene una explicación en otro nivel. La respiración, el movimiento, el sostén que permiten llevar a cabo una acción como la de regar las plantas son posibles porque el cuerpo está formado por distintos tipos de células. Al igual que el niño, la planta vive gracias a las diferentes funciones de sus células. Las imágenes comunican la idea de que las células, aunque invisibles, constituyen el fundamento de la vida.

Los figuras 6.20 y 6.21 presentan casos en los que la imagen realiza significados vinculados con aspectos escalares. La escala es uno de los elementos básicos de la representación visual que funciona yuxtaponiendo variables (figuras, colores, líneas). De este modo, se construye un campo visual en el que los tamaños se definen unos a otros por comparación. El valor relativo que cada objeto asume en contraste con los que lo rodean permite al observador aproximarse a la concepción de los tamaños reales (Dondis, 2010: 71 y ss.). Este tipo de contenidos facilita la construcción conceptual en la medida en que aporta información vinculada con la percepción de los objetos de estudio.

La figura 6.20 presenta un gráfico en el que se comparan dimensiones de distintos tipos de células:

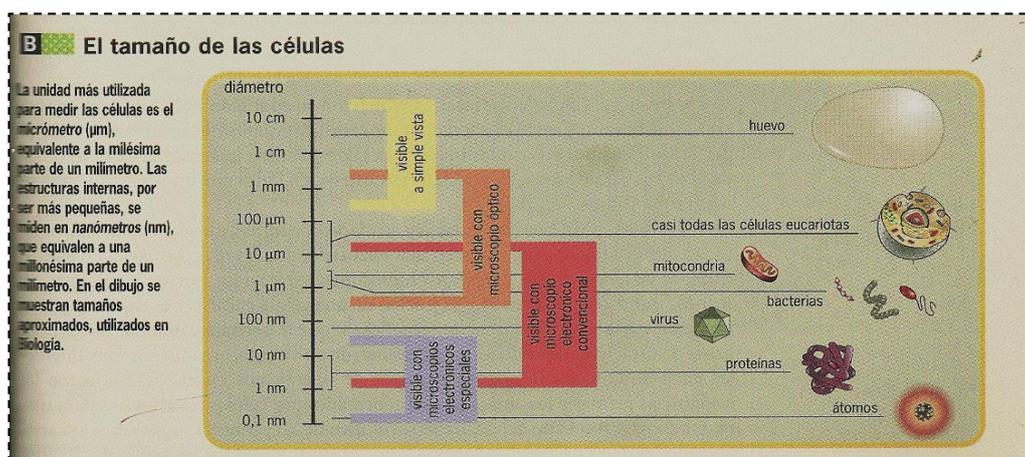


Figura 6.20: Introducción de dimensiones (Berler et al., Estrada, 2004b: 211)

Modo escrito	Modo visual	Exposición curricular
<p>“...Uno de los motivos por el cual las dimensiones de las células son tan pequeñas es el máximo aprovechamiento de la relación entre la superficie y el volumen. (...) cuanto más pequeña sea una célula, necesitará incorporar menos cantidad de materiales. A la vez, la relación entre el volumen de una célula y la superficie con la que puede tener contacto es proporcionalmente mayor cuanto menor sea su tamaño. De este modo, la célula pequeña realiza la incorporación y la circulación de materiales de manera más rápida y eficaz que las células grandes. B” (2004: 210)</p>	<p>Representación topológica: diagrama comparativo de los tamaños de las células</p>	<p>Explicación</p> <p>Comparación</p>

Modo escrito: en la página que precede a la imagen, se explica la relación que existe entre el volumen de una célula y su capacidad para incorporar y procesar materiales.

Modo visual: el gráfico (fig. 6.20), vinculado con la explicación escrita por una referencia (B), constituye una *representación topológica* que compara el tamaño de distintos tipos de células. Para mostrar las condiciones de visibilidad de las células, gráfico presenta una escala en micrómetros, unidad en la que se mide el tamaño celular. Esta información numérica debe vincularse con las etiquetas de distintos colores que representan los rangos de visibilidad de distintos tipos de microscopios y finalmente con tipos de células que aparecen dibujadas a la derecha.

Ambos modos de representación se conjugan para desarrollar el concepto de *tamaño celular*. En tanto las palabras explican la relación entre tamaño y función, las imágenes facilitan la comparación entre distintos elementos para que el observador pueda imaginar las medidas relativas de distintos tipos de células y para que conozca el alcance de los instrumentos de observación.

En la figura 6.21 se representan la morfología y las dimensiones de los *alvéolos pulmonares*:



Figura 6.21: Introducción de dimensiones (Abellán et al., 2005:67)

Modo escrito	Modo visual	Exposición curricular
<p>(...) Dentro de los pulmones se encuentra el extremo de los bronquios y un entramado de conductos de diámetro menor, los <b>bronquiolos</b>. Cada pulmón contiene aproximadamente 30.000 bronquiolos.</p> <p>El extremo de los bronquiolos finaliza en un ramillete de pequeñas bolsitas que parecen racimos de uvas. Cada bolsita se denomina <b>alvéolo</b>.</p> <p>En lo alvéolos se produce la transformación de la composición del aire inhalado, convirtiéndose en aire exhalado (...) el aire circula por la serie de conductos del sistema respiratorio y cambia su composición en los pulmones.</p>	<p>Representación analítica (bronquiolos)</p>	<p>Descripción</p>
		<p>Comparación Definición</p>
		<p>Explicación</p>
	<p>Representación topológica: (esquema comparativo del volumen de aire)</p>	<p>Comparación</p>

Modo escrito: describe la ubicación, cantidad, conformación y función de los bronquiolos. Se recurre a una imagen para ayudar a imaginar la estructura de los alveolos (bolistas, racimos de uvas) y se explica la función de los pulmones.

Modo visual: la *representación analítica* permite visualizar la estructura de los bronquiolos y agrega la distribución de vasos capilares que irrigan los bronquiolos. Por otra parte, la *representación topológica*, ubicada en el margen derecho de la página, introduce una comparación de datos cuantitativos: se compara la superficie que ocuparían los alvéolos si se los desplegara con las superficies de las vellosidades intestinales y de la piel. Se recurre a una

analogía visual que equipara las superficies desplegadas con la superficie de tres alfombras. La alfombra celeste corresponde a los alvéolos. El esquema pone en relación estas dimensiones para mostrar al lector la importancia de estos órganos, dada no solo por su función (explicitada por el texto escrito), sino también por dimensión.

Finalmente, otro empleo de la imagen que aparece en este período es el enlace de conceptos a lo largo de una explicación. Tal enlace se vincula con una *hipótesis de progresión*, es decir con el diseño de un itinerario de aprendizaje desde ideas básicas hacia dimensiones más amplias y complejas (Liguori y Nostre, 2005)<sup>3</sup>. El ejemplo 6.22 presenta una secuencia en la que el modo visual sintetiza mediante una representación ideográfica el concepto de *sistema* y permite retomarlo a lo largo de una explicación que se despliega desde lo general a lo particular. En el capítulo precedente se ha desarrollado la noción de sistema y en el ejemplo que reproducimos, se la recupera mediante un esquema para explicar en qué consiste el proceso de nutrición en el sistema del organismo humano. Así, el concepto de *sistema* es aplicado, en forma comparativa, a organismos (seres humanos y bacterias) y a un automóvil.

En la secuencia que presentamos a continuación (fig. 6.22) se explica la función de nutrición en el sistema orgánico del ser humano:

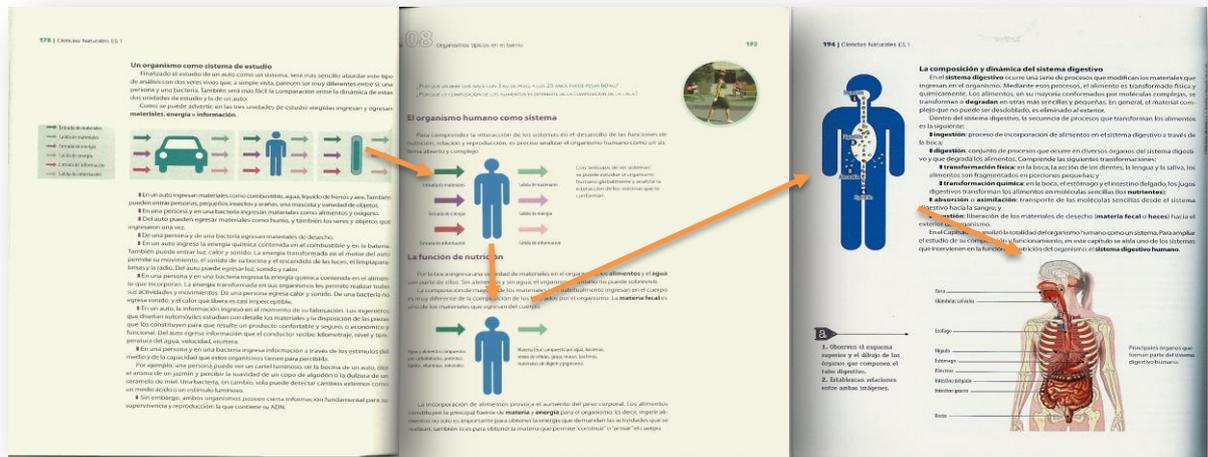


Figura 6.22: (Abellán, K. et al. ,2007: 178, 193 y 194)

<sup>3</sup> En la presente investigación nos limitamos a señalar las funciones de las imágenes, sin indagar acerca de su efectividad en relación con el modelo presentado en el manual. No obstante, queda abierta la posibilidad de tal estudio. En este sentido, en Cañal (2004) hemos encontrado un análisis de las deficiencias de los modelos escolares destinados a la enseñanza de la nutrición en las plantas. Sobre la base de este análisis crítico, el autor, presenta un modelo alternativo y una hipótesis de progresión para abordar la enseñanza-aprendizaje de la nutrición en todos los organismos. Estos resultados podrían ponerse en relación con el modelo aquí presentado y con el rol de las imágenes dentro de este.

Modo escrito	Modo visual	Exposición curricular
<p>(...) Como se puede advertir en las tres unidades de estudio elegidas ingresan y egresan <b>materiales, energía e información.</b></p> <p>-En un auto ingresan materiales como combustible, agua, líquido de frenos y aire (...)                      -En una persona y en una bacteria ingresan materiales como alimentos y oxígeno                      -Del auto pueden egresar materiales como humo (...)                      -De una persona y de una bacteria egresan materiales de desecho                      -En un auto ingresa la energía química contenida en el combustible y en la batería (...)                      -En una persona y en una bacteria ingresa la energía química contenida en el alimento que incorporan. (...) De una persona egresa calor y sonido. De una bacteria no egresa sonido y el calor que libera es casi imperceptible.                      (...)</p>	<p>1-Representaciones de conversión y comparativa: auto, bacteria, humano</p>	<p>Explicación/Comparación</p>
<p><b>El organismo humano como sistema</b>                      Para comprender la interacción de los sistemas en el desarrollo de las funciones de nutrición, relación y reproducción es preciso analizar el organismo humano como un sistema abierto y complejo.</p> <p><b>La función de nutrición</b>                      Por la boca ingresa una variedad de materiales en el organismo, los alimentos y el agua son parte de ellos (...) La composición de la mayoría de los materiales que habitualmente ingresan en el cuerpo es muy diferente de la composición de los liberados por el organismo (...)</p>	<p>2-Representación de conversión: ingreso y egreso de materia energía e información del organismo humano</p>	<p>Explicación</p>
<p><b>La composición y dinámica del sistema digestivo</b>                      En el sistema digestivo ocurre una serie de procesos que modifican los materiales que ingresan en el organismo. Mediante esos procesos el alimento es transformado física y químicamente. Los alimentos conformados en su mayoría por moléculas compleja se transforman o degradan en otras más sencillas o pequeñas.                      (...) Dentro del sistema digestivo la secuencia de proceso que transforman los alimentos es la siguiente:                      -<b>ingestión:</b> proceso de incorporación de alimentos a través de la boca                      - <b>digestión:</b> conjunto de procesos que ocurre en diversos órganos del sistema y que degrada los alimentos. Comprende las siguientes transformaciones:                      Transformación física: en la boca, por la acción de los dientes, la lengua y la saliva, los alimentos son fragmentados en porciones pequeñas y</p>	<p>3- Representación de conversión: ingreso y egreso de materiales</p> <p>4-Representación conversión: proceso de digestión</p> <p style="text-align: center;">↕</p> <p>5-Representación analítica: órganos del sistema digestivo</p>	<p>Definiciones</p>

transformación química: en la boca, el estómago y el intestino delgado, los jugos digestivos transforman los alimentos en moléculas sencillas (nutrientes)  
**-absorción** o **asimilación** : transporte de las moléculas sencillas desde el sistema digestivo hacia la sangre; y  
**-egestión**: liberación de los materiales de desecho hacia el exterior del organismo.

Modo escrito: compara la circulación de la materia y la energía en tres sistemas (*auto, bacteria, organismo humano*). Explica el proceso de nutrición en el organismo humano y lo relaciona con la función del sistema digestivo. Introduce y define los conceptos de *ingestión, digestión, absorción, egestión*, referidos al proceso de la digestión.

Modo visual: asocia *sistema* a una dinámica de *ingreso* y *egreso* de elementos. Los participantes (*auto, hombre y bacteria*) son representados en forma abstracta. Los procesos de *ingreso* y *egreso* son expresados mediante vectores de distintos colores. El uso de los colores es convencional y puede ser interpretado gracias las referencias ubicadas a la izquierda de la composición. El verde representa *materiales*, el violeta, *energía* y el rojo, *información*. Las acciones *entrar* y *salir* están marcadas por una diferencia de tono para cada color. La representación muestra, en forma sintética y simultánea, los procesos de transformación que suceden en un sistema abierto (página 178).

El diseño se repite dos veces más, pero la información se reduce para pasar del concepto general que involucra a cualquier sistema, al caso particular del ser humano. De este modo, mientras el primer esquema muestra el *ingreso* y *egreso* de *materiales, energía e información* en tres sistemas comparables (pág. 178); el segundo reproduce el mismo proceso en el organismo humano (pág. 193, arriba) y el tercero, también centrado en el hombre, selecciona solo el ingreso y egreso de materiales (pág. 193, abajo).

La exposición se completa con otras dos representaciones dedicados al sistema digestivo. La primera, que mantiene el diseño de silueta de los esquemas precedentes, detalla el proceso de digestión. En esta imagen los términos *ingreso* y *egreso* que se utilizaban en el esquema inicial son sustituidos por *ingestión* y *egestión* y se focaliza la representación del proceso que tiene lugar dentro del organismo. La segunda representación, un corte del cuerpo humano, diferencia los órganos del aparato digestivo.

Tanto la representación abstracta del cuerpo humano (silueta azul) como la redundancia de la figura a medida que se despliega la explicación escrita facilitan el procesamiento de la

información<sup>4</sup> y permiten que el lector pase gradualmente de la idea general de *sistema* a la noción de *sistema digestivo*. Cada esquema constituye la síntesis visual de una explicación realizada verbalmente y la secuencia en su conjunto ordena el pasaje desde lo general a lo particular. El modo visual se vuelve aquí un recurso para secuenciar contenidos y dosificar su comunicación, además permite la recurrencia de los conceptos centrales y habilita la profundización del tema. En síntesis, orienta al lector en el proceso de construcción de nociones complejas y en la comprensión y adopción de modelos de interpretación de lo real que difieren de los de sentido común.

### 3.1.3. Las infografías en la estructura de género de los manuales

En los capítulos precedentes, hemos analizado cómo se realizan, en las infografías, los significados experiencial, interpersonal y textual. En ese análisis, se ha observado que la composición centrada en lo visual y apoyada por leyendas permite la articulación de distintos tipos de significados en un espacio acotado. Esta propiedad hace que las infografías puedan cumplir diferentes pasos en el despliegue del macro-género. En el corpus estudiado, se han registrado tres usos específicos de las infografías: presentación de un tema en la apertura de unidad, explicación de un concepto y síntesis evaluativa de un contenido. Las figuras 6.23, 6.24 y 6.25 ejemplifican cada una de estas funciones.

La figura 6.23 corresponde a una infografía que cumple la función de *apertura curricular* en un capítulo dedicado a las plantas. En el margen izquierdo se enumeran los contenidos de la unidad y sobre el margen derecho se incluyen preguntas exploratorias del tema.

La infografía introduce los aspectos más importantes acerca de las plantas que se presentarán a lo largo del capítulo.

En primer lugar, el texto presenta las plantas en su medio y las clasifica en terrestres y acuáticas. En segundo lugar, detalla aspectos morfológicos de ambos tipos de especies vegetales terrestres: con rótulos naranjas se destacan hojas, flores, frutos, tallo y raíz.

---

<sup>4</sup> Se puede establecer una relación con los recursos lingüísticos que facilitan el procesamiento de un texto. Según Leech (1983) la procesabilidad de un texto se facilita cuando en una estructura sintáctica los componentes livianos preceden a los pesados y cuando existen fuertes mecanismos de cohesión como referencia pronominal, explicitación de conexiones semánticas o repetición. La realización visual del ejemplo que aquí se analiza focaliza el participante del proceso mediante una figura simplificada y lo reitera acompañando el despliegue de la explicación escrita. La redundancia visual de un elemento liviano por su contenido informativo contribuye a la retención de la información de base necesaria para comprender la información compleja involucrada en un proceso biológico. Para una aplicación del principio de procesabilidad a la didáctica de la ciencia véase Vallejos, 2006.



La figura 6.24. corresponde a una infografía que cierra un capítulo dedicado a Darwin y a la Teoría de la evolución. El texto recupera información que ya ha sido presentada verbalmente con el propósito de que el lector integre los contenidos trabajados. La imagen central muestra una escena de Galápagos y las especies más representativas del lugar ubicadas en el ecosistema. Además, se incluyen dos representaciones vinculadas con las observaciones de Darwin. Se trata de procesos de clasificación que muestran respectivamente tipos de tortugas y tipos de picos de aves. A estos contenidos se suman un mapa de las islas y tablas que añaden información cuantitativa.

La figura 6.25 presenta una infografía incluida en el desarrollo de una unidad que explica funciones vitales de las plantas.

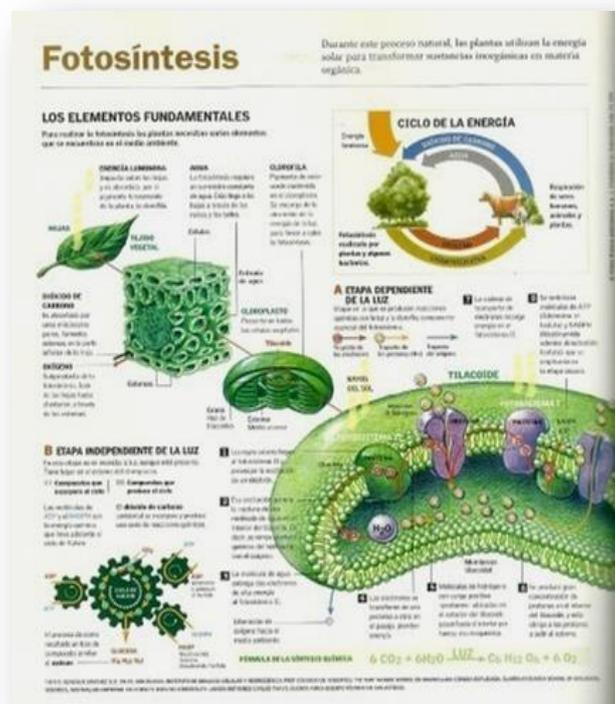


Figura 6.25: Infografía en desarrollo explicativo (Bazán y Nisenholc, 2005: 184)

El texto completa y profundiza la explicación del proceso de fotosíntesis. El tema es introducido por el texto escrito que describe la *clorofila* y detalla las etapas de la *fotosíntesis*. Esta información es ampliada con la presentación de las reacciones químicas que constituyen la fotosíntesis. Finalmente, la infografía retoma los contenidos del texto escrito y del cuadro y los profundiza. En primer lugar muestra, mediante una representación de ampliación, la etapa del proceso que depende de la luz. En la misma representación se detalla la estructura vegetal que hace posible el proceso (*corte de un tejido vegetal* y *corte ampliado de un tilacoide*). Otra

representación introduce la fase no lumínica de la fotosíntesis. Finalmente, en un bloque de información separado se integra la fotosíntesis al ciclo de la energía en la naturaleza.

\*\*\*\*\*

## **Síntesis**

En el primer período el modo visual interviene en la realización del género reforzando y ampliando los propósitos que cumple el modo escrito. En la etapa expositiva replica las descripciones verbales, añadiendo mediante sus propios recursos (líneas, colores, encuadre), significados vinculados con la forma y la estructura de los organismos que se estudian. También reproduce, mediante la distribución espacial, secuencias de procesos que son explicados verbalmente. En la sección de actividades interviene de dos maneras. Por un lado, aporta un registro de la realidad, especialmente mediante la fotografía, para propiciar la observación de los objetos de estudio y llevar a cabo operaciones de reconocimiento de los contenidos estudiados. Por otro lado, mediante dibujos y esquemas, ayuda a visualizar acciones que los alumnos deben imitar para llevar a cabo procedimientos de laboratorio.

En el segundo período, el modo visual comienza a ganar protagonismo frente a la palabra escrita y a desempeñar funciones diferenciadas dentro de la estructura del género. Esta diferenciación se vincula directamente con un cambio del modelo pedagógico que inspira los manuales. La difusión del modelo del descubrimiento, que asigna un rol participativo a los alumnos, conduce a usos más diversos del potencial de comunicación de las imágenes. Así, las fotografías y esquemas cobran importancia en las secciones de actividades donde se aplican a la identificación de conceptos, al registro de información y a operaciones de comparación, clasificación e interpretación. En tanto las imágenes proveen la información esencial que permite llevar a cabo estas operaciones, el texto escrito asume la función interpersonal de orientar las acciones y la reflexión de los alumnos.

En el tercer período, marcado por el modelo constructivista y el desarrollo del diseño gráfico y del diseño en comunicación, el modo visual adquiere valor especialmente en las aperturas y exposiciones curriculares porque se explota su potencial de representación para facilitar el proceso de construcción conceptual. En las aperturas de unidades, las imágenes funcionan como registro de la realidad cotidiana y de los objetos de estudio para propiciar un contacto inicial con los temas del currículo y motivar el interés y la indagación. En la

exposición, el modo visual acompaña el proceso construcción del conocimiento aportando nuevas dimensiones del significado, presentando modelos de interpretación, sintetizando conceptos y enlazando nociones a lo largo del despliegue del género. Por último, se utilizan infografías para cumplir con funciones de presentación, desarrollo y síntesis de algunos temas.

Tabla 6.1. Síntesis de las funciones del modo visual en la estructura del macro-género

<b>Apertura curricular</b>	<b>Exposición curricular</b>	<b>Actividades curriculares</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentación de un tema</li> <li>-Anticipación del desarrollo de un tema</li> <li>-Exploración de conocimientos previos</li> <li>-Captación de la atención</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Observación e identificación de especies</li> <li>-Reconocimiento de estructuras externas e internas</li> <li>-Comprensión de procesos (eventos temporales y cambios morfológicos)</li> <li>-Vinculación de lo concreto con lo abstracto</li> <li>-Incorporación de información cuantitativa y dimensional</li> <li>-Enlace de conceptos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Identificación de rasgos y estructuras</li> <li>- Realización de procedimientos</li> <li>-Identificación de conceptos</li> <li>-Registro de datos</li> <li>-Interpretación de relaciones entre conceptos</li> </ul>



# Conclusiones

## Conclusiones

A modo de conclusión se reseñan integralmente los resultados obtenidos del análisis, se especifica la contribución del estudio y se anticipan sus proyecciones.

En relación con el propósito general planteado al inicio de esta investigación, se pudo verificar un crecimiento cualitativo del potencial semiótico visual que amplió la especialización funcional del modo durante el lapso estudiado. Con respecto a los objetivos específicos, el cambio se manifiesta en las cuatro dimensiones analizadas:

- la representación de los objetos de conocimiento,
- la perspectiva de observación que las imágenes construyen,
- el ordenamiento de la cohesión textual,
- la intervención del modo visual en la estructura del género.

En primer lugar, la representación visual de los objetos de conocimiento se volvió más compleja entre 1965 y 2005. Tal complejidad consistió en la incorporación de nuevas estructuras semióticas para expresar significados que, en la primera etapa, no estaban incorporados al currículo. Este cambio se correlaciona con la incorporación de nuevos temas vinculados con un enfoque ecológico y sistémico. Es el caso de las estructuras de representación que introducen cadenas alimentarias, biomas, pirámides ecológicas y gráficos que relacionan parámetros dentro de un sistema.

Además, desde fines de los '80, como consecuencia de la utilización de la computadora para el diseño, se registran las primeras representaciones complejas que muestran diferentes aspectos de un mismo elemento. Estas representaciones que permiten concentrar mayor cantidad de significados en un espacio reducido se vuelven más frecuentes en los manuales del tercer período.

En segundo lugar, el análisis de los recursos de modalidad que construyen una perspectiva de observación revela un cambio vinculado con la incorporación progresiva de imágenes obtenidas mediante diferentes técnicas (dibujo, fotografía, micrografía, esquema). En la medida en que incluyen fotografías, micrografías y nuevos diseños de esquemas se amplían los recursos para representar la aproximación a los objetos (color, brillo, textura, profundidad, contexto). Es significativo, en este nivel, el reemplazo creciente de dibujos figurativos por fotografías, así como la sustitución de fotos en blanco y negro por fotos en color. Ambas transformaciones se producen en forma generalizada a partir de la segunda etapa e implican un

cambio desde una orientación tecnológica, representada por dibujos lineales, a una orientación naturalista, realizada por fotografías en color.

En lo referente a las micrografías, se registra, a partir del segundo período, mayor cantidad de imágenes procedentes de microscopios electrónicos y hacia el tercer período la mayor parte de las micrografías son cromáticas. Estas imágenes, incorporadas para explicar la teoría celular y mostrar microorganismos, funcionan como ‘mapas’ que hacen posible la aproximación a estructuras no perceptibles a simple vista. La frecuencia con la que aparecen en el tercer período refuerza la orientación tecnológica de los manuales de esta etapa y, al mismo tiempo, introduce una dimensión sensorial que facilita la captación del interés. Un problema registrado en relación con las imágenes de orientación tecnológica es la ausencia de explicaciones que faciliten su interpretación.

En relación con los esquemas, tienden a ser más complejos y a concentrar mayor cantidad de información a partir del segundo período. En la primera etapa predominan esquemas figurativos que reproducen la estructura interna de los organismos mediante líneas simples y contrastes de colores. Coexisten con otros esquemas más abstractos que visibilizan la ocurrencia de procesos vitales. Hacia el segundo período, aparecen esquemas en los que se articulan distintas modalidades. Esto se logra con la combinación de dibujos, micrografías o fotografías vinculadas entre sí mediante vectores, líneas de conexión, encuadres, rótulos o leyendas. Estos esquemas, que hemos denominado *mixtos*, se utilizan para representar simultáneamente aspectos morfológicos externos y estructuras internas de los organismos. Asimismo, suelen expresar relaciones entre los elementos de uno o más sistemas. Esta tendencia se profundiza hacia el tercer período.

Un rasgo innovador en relación con la modalidad se registra en los textos del tercer período con la incorporación de la orientación sensorial, utilizada, especialmente, en las aperturas de los capítulos y en las infografías de algunas ediciones. La introducción de recursos sensoriales, que se manifiesta en el empleo de colores contrastantes y saturados, en el brillo de las imágenes, en la resolución y el tamaño de las fotografías, en el volumen de los dibujos, posee un sentido retórico en la medida en que se dirige a captar la mirada y a mantener la atención del destinatario.

En tercer lugar, las transformaciones descritas en el nivel textual evidencian, en términos generales, un desplazamiento desde la centralidad del texto escrito hacia la centralidad de la imagen. En efecto, durante la primera etapa, la organización de los textos está determinada por el predominio de la escritura. Los recursos de énfasis y encuadre sirven para atraer la atención de los lectores hacia representaciones atomizadas que refuerzan o amplían los significados

realizados verbalmente. A partir de la segunda etapa, se advierte una fragmentación de los textos escritos marcada por recursos visuales de énfasis y encuadre que adopta dos formas. Por un lado, la información se organiza en secciones que suelen distribuirse en dos páginas. En esta composición las imágenes pueden preceder al texto escrito en la presentación de un tema. Por otro lado, en algunos manuales aparecen páginas de misceláneas en las que se incluyen ilustraciones, noticias, datos curiosos en bloques delimitados mediante el color y el encuadre.

En el tercer período, estas formas de composición se extienden a todos los manuales y se completan con recursos de diseño que crean efectos de ventana, imitando los entornos digitales. El resultado de las transformaciones experimentadas en el nivel textual es una composición en mosaico que concentra, en el espacio de una o dos páginas, explicaciones, ilustraciones, gráficos, actividades. Como consecuencia de los nuevos diseños, los textos parecen sugerir caminos de lectura más abiertos. Sin embargo, el ordenamiento textual centrado en lo visual requiere la identificación de recursos icónicos que construyen la cohesión. En efecto, el lector debe reconocer el orden de lectura propuesto por el encuadre (marcos jerarquizados por tamaño y color, conexiones realizadas por líneas, vectores, proximidad) y el énfasis (tamaño, color). Estos significados también deben ser vinculados con significados experienciales e interpersonales.

Por último, las transformaciones descritas en el nivel del género muestran que el modo visual pasó de tener una función ilustrativa, de ser el complemento de la exposición verbal, a realizar nuevas y variadas funciones vinculadas con el propósito pedagógico de los textos. Así, a partir del segundo período, las imágenes se utilizan para desarrollar destrezas cognitivas y procedimentales. En la última etapa, el modo visual interactúa con el escrito para posibilitar la construcción del conocimiento. En este proceso aporta nuevas dimensiones de significado, introduce modelos científicos y vincula conceptos en el despliegue del género.

En lo que respecta a las infografías, merecen una referencia especial. Estos textos, incorporados a los manuales a partir de 1997, condensan los principales rasgos semióticos que se han relevado como producto de la transformación del modo visual. En este sentido, constituyen un material relevante de estudio en las nuevas propuestas. Se pueden destacar dos rasgos que otorgan a las infografías una capacidad expresiva única. Estos son la articulación de diferentes tipos de representaciones y la articulación de modalidades. La primera, destinada a mostrar, simultáneamente, distintas dimensiones de significado y la segunda, dirigida a facilitar el desplazamiento desde la presentación de datos hacia la comprensión de sistemas conceptuales. Ambas dimensiones expresivas se integran por medio de los sistemas visuales de organización textual (*valor de la información, encuadre y énfasis*) que jerarquizan los significados y aportan

valor estético. Esta configuración convierte a las infografías en soportes para abordar la comprensión de sistemas complejos de ideas. Como se ha visto en el estudio, estos textos, al conformarse como unidades semánticas, pueden ser incorporados, además, en diferentes etapas del despliegue del currículo, asociados a propósitos de introducción, desarrollo o evaluación de un tema.

\*\*\*\*

Las transformaciones hasta aquí presentadas han contribuido a la caracterización del modo visual en tanto recurso para la transmisión del conocimiento disciplinar en el contexto de la escuela. En el marco de la multimodalidad, se han podido sumar evidencias, a las ya relevadas en otros estudios, acerca de las transformaciones semióticas experimentadas por el discurso científico-pedagógico bajo la influencia de los cambios tecnológicos y comunicacionales del siglo XX. La perspectiva diacrónica adoptada para la investigación y su extensión temporal, que comprende cuarenta años, han permitido evaluar el crecimiento del potencial semiótico del modo en el contexto estudiado. Al mismo tiempo, la correlación entre los cambios en los recursos visuales y diferentes factores contextuales ponen de manifiesto las motivaciones culturales y sociales de las transformaciones.

Los resultados obtenidos han hecho posible la sistematización de instrumentos de análisis destinados a las prácticas de alfabetización en ciencia. En tal sentido, los principios de la Semiótica social y el modelo de la Gramática visual, en articulación con conceptos de la Teoría de los géneros discursivos, han resultado relevantes y productivos para lograr tal sistematización. Desde estos marcos conceptuales, he propuesto agrupar los recursos atendiendo a los tipos de significados que pueden representar, la perspectiva de observación que construyen, los órdenes de lectura que proponen y su función en el desarrollo del currículo.

Como aporte al análisis de la representación de los objetos de estudio, sistematicé las estructuras descritas en la Gramática del diseño visual asociándolas a tipos de significados predominantes en la biología. Dado que algunos significados específicos no pueden ser descriptos utilizando las estructuras representacionales propuestas por Kress y van Leeuwen, incorporé tres nuevas categorías para analizar significados específicos tales como: la expresión de las secuencias en procesos vitales (*representaciones secuenciales*), la comparación entre organismos (*representaciones comparativas*) y la visualización progresiva de estructuras internas (*representaciones de amplificación*).

Además, basándome en conceptos de la Gramática visual y de la Teoría de la esquematización, ordené, en una topología, las representaciones que difieren por su realización técnica (dibujos, fotografías, micrografías, esquemas). El propósito de tal agrupamiento es diferenciar las imágenes por su nivel de iconicidad y en relación con un propósito de observación. El aporte de esta sistematización radica en ubicar las imágenes en una escala que refleja el pasaje desde la percepción de rasgos visibles hasta la comprensión de sistemas complejos.

En el plano de lo textual, sistematicé los recursos más importantes que realizan el valor de la información, el énfasis y el encuadre y que construyen la cohesión de los textos. La intención de este relevamiento es ofrecer elementos para la lectura y producción de infografías.

Asimismo, sugerí un inventario de posibles funciones del modo visual en la estructura de género de los manuales. Las representaciones visuales pueden ser utilizadas para motivar la exploración de conocimientos previos, facilitar el entrenamiento en procedimientos y guiar las acciones de experimentación, aportar a la identificación, comparación y clasificación de organismos, contribuir a la comprensión de estructuras internas y visibilizar relaciones conceptuales complejas.

En suma, la sistematización de todos estos recursos contribuye, desde una perspectiva semiótica, a la práctica pedagógica en el marco más amplio de una alfabetización multimodal y situada. Presento un primer esbozo de aplicación de las categorías formuladas en un anexo que sigue a las conclusiones.

Cabe destacar que una limitación de este estudio surge de la descripción en profundidad de recursos visuales. La preferencia por esta dimensión impidió un abordaje multimodal en el que se describiera la articulación de los distintos modos. La posibilidad de una exploración en este sentido queda abierta para futuros trabajos.

\*\*\*\*

En lo que respecta a las proyecciones de la investigación, señalaré tres posibles líneas de trabajo que se interrelacionan.

La primera consiste en la aplicación de los instrumentos analíticos que resultan de esta investigación al contexto escolar. En este sentido, proyecto la generación de espacios de trabajo en los que se brinde orientación para el empleo de estos instrumentos en las clases de ciencias. Estos espacios estarían destinados a formadores de docentes, docentes en formación y en actividad, vinculados con las áreas disciplinares de las ciencias naturales y de las prácticas del

lenguaje. El eje temático convocante serían los recursos de representación visual en relación con su potencial de significación y con su historicidad. Las nociones que he sistematizado deberían funcionar como motivadoras de un debate más profundo y de un trabajo interdisciplinario que considerara lo visual como representación y que además tuviera en cuenta su articulación con los otros modos que coexisten en las prácticas de aprendizaje. Los instrumentos analíticos que surgieron de esta investigación no fueron pensados para ser replicados de manera reduccionista, sino que constituyen un punto de partida para propiciar una reflexión por parte de los docentes acerca de los procesos de significación implícitos en la selección de los recursos que representan y comunican los saberes científicos en la escuela.

La segunda línea se orienta a profundizar el presente estudio mediante el análisis de la construcción del significado en infografías y de las funciones que estos textos asumen en el despliegue del macro-género. Así, se puede abordar la construcción de relaciones lógico-semánticas en la articulación de las distintas representaciones que componen una infografía, la complementación entre los significados experienciales y los interpersonales, la especialización funcional de los modos que intervienen en su realización, la aparición de nuevos recursos en infografías virtuales. Cabe destacar que he orientado mis últimos trabajos dentro de esta línea.

La tercera línea, complementaria de la segunda, propone una articulación con investigaciones sobre comportamiento ocular en los procesos de lectura<sup>1</sup>. En estas investigaciones se releva información acerca del barrido que la mirada hace sobre un texto. Esta información, captada con una cámara de alta velocidad (*eye tracker*) y procesada mediante programas especiales, permite verificar hipótesis acerca del procesamiento de los datos que hace el lector.

La propuesta derivada de esta investigación consiste en diseñar estudios para evaluar la recepción de textos multimodales en los que predomina la lógica visual. Un estudio de esta naturaleza centrado en infografías pondría en relación tres tipos de información: a) tipos de recursos semióticos y los significados típicamente asociados a ellos en un contexto particular, b) comportamiento ocular durante la lectura, c) relevamiento y evaluación de significados recuperados por los lectores. Actualmente, se realizan estudios similares que buscan describir modos de vinculación entre imágenes y textos en literatura gráfica (Laubrock y Hohenstein, 2015). Un estudio de este tipo aportaría información relevante para el diseño de textos didácticos.

---

<sup>1</sup> La Universidad Nacional del Sur dispone de un laboratorio en el que llevan a cabo investigaciones vinculadas con el comportamiento ocular aplicadas a distintos campos (salud, publicidad, tránsito). Los estudios son dirigidos por el Doctor Gerardo Fernández.



Anexo

## **Propuesta de aplicación para la alfabetización visual en ciencia**

Los resultados y conclusiones de la investigación realizada me llevan a esbozar una propuesta para la alfabetización visual para biología, que vincule los principales recursos semióticos utilizados en la representación y comunicación del conocimiento disciplinar con modos de observación y pensamiento en los que se espera que los alumnos desarrollen habilidades.

Esta idea se inspira en el análisis de Kress (2003) acerca de la alfabetización en el mundo moderno, donde la centralidad del lenguaje ha perdido vigencia para dar espacio a otros modos de representación. La nueva realidad conduce a una reformulación teórica de la producción de significados, del lenguaje y del aprendizaje. La perspectiva multimodal sostiene que los usuarios transforman los recursos de representación al utilizarlos en la comunicación; por esta razón los recursos son dinámicos y están en proceso constante de cambio. Este supuesto lleva a introducir la noción *diseño*, que se asocia al *interés* por alcanzar el propósito comunicativo. Mediante el *diseño*, los usuarios dan forma a su mensaje en forma creativa y en esta búsqueda intervienen decisiones sobre cada modo en particular, pero también sobre la posibilidad de articular distintos modos de representación. Desde este punto de vista, la escuela se constituye como el espacio idóneo para reflexionar sobre la producción de significados y el potencial de significación que ofrecen los diferentes recursos semióticos en áreas particulares del conocimiento.

La propuesta, formulada en términos amplios, es una invitación a docentes de biología para vincular las nociones y categorías semióticas que aquí se sistematizan con operaciones de construcción de los significados de la disciplina en la escuela, especialmente con aquellas que presentan dificultades para la comprensión, por su nivel de abstracción o por las relaciones conceptuales que exigen llevar a cabo. Solo en un encuentro interdisciplinario, que involucre tanto a docentes de ciencias como de prácticas del lenguaje, lo que aquí se sugiere desde una perspectiva semiótica, podría derivar en la formulación de un plan de trabajo para el aula, con objetivos y actividades graduales de interpretación y producción. Con la expectativa de que dicho encuentro se lleve a cabo, propongo algunas líneas para la reflexión y un ejemplo de aplicación.

**¿Por qué vale la pena incorporar a la enseñanza de una ciencia la alfabetización visual?**

- ✓ Las representaciones visuales son parte del proceso de comunicación de la ciencia en la escuela, tanto como lo son el lenguaje verbal y escrito, la gestualidad, lo audiovisual.
- ✓ En articulación con los otros modos, especialmente el lenguaje oral y escrito, estas representaciones están destinadas a facilitar la comprensión de sistemas complejos.
- ✓ Las representaciones visuales tienden a ser interpretadas, especialmente en la comunicación de saberes, únicamente por su valor referencial, es decir como reproducciones completas y transparentes de la realidad, sin embargo, son representaciones parciales y provisorias de los objetos de estudio, que comunican teorías explicativas de la naturaleza y la experiencia.
- ✓ Se trata de construcciones semióticas que tienen historia y como tales, ayudan a comprender la producción del conocimiento de la ciencia en el tiempo.
- ✓ Así como se aprende acerca del lenguaje a partir del abordaje reflexivo de su léxico y de su gramática, también el modo de representación visual está conformado por recursos específicos mediante los que se produce el significado. Estos pueden ser enseñados a los alumnos para mejorar sus competencias de interpretación de imágenes.
- ✓ Utilizadas estratégicamente en la práctica de enseñanza, las representaciones visuales estimulan el pensamiento creativo, el planteo de problemas y la búsqueda de soluciones.
- ✓ Los alumnos tienen experiencia en textos visuales a partir de sus prácticas cotidianas, que los ponen en contacto con otros tipos de textos multimodales (televisión, cine, revistas, comics, video juegos, Internet). Esta experiencia merece ser recuperada y puesta en relación con las representaciones visuales de la ciencia escolar.
- ✓ El acceso de nuestra cultura al *diseño* de textos multimodales es facilitado por la difusión masiva de la computadora. La enseñanza de recursos semióticos específicos no solo abre posibilidades de nuevas lecturas, también facilita la apropiación del conocimiento disciplinar mediante su comunicación a través de nuevos textos multimodales, que los alumnos pueden producir utilizando tecnologías.

### ¿Qué recursos deberían conocer los docentes para aplicar este tipo de alfabetización?

Una sistematización que ordene el universo de representaciones visuales (tipos de participantes y procesos, tipo de modalidad) y los significados que construyen (morfología, clasificación, proceso, etc.) puede ser el punto de partida para una propuesta de aplicación.

Es importante tener en cuenta que las imágenes del campo que hemos estudiado, al igual que otros sistemas de representación, producen significado en dos niveles: a) crean una perspectiva para el observador, b) construyen una representación de los objetos de estudio.

A continuación sugerimos una sistematización de recursos que sirva de orientación a los docentes. Se procura explicitar una correlación entre tipos de imágenes, recursos visuales de significación y propósitos didácticos de la enseñanza de la biología. Se trata de un esbozo que debería ser reformulado y ampliado a partir de un trabajo interdisciplinario que involucre a docentes de ciencia y a docentes de prácticas del lenguaje.

#### a) Aproximación a los objetos de estudio

Las diferentes técnicas de captación visual sitúan al observador de diferente forma frente al objeto en la medida en que producen representaciones con distintos grados de iconicidad. Las representaciones más icónicas captan detalles, las menos icónicas construyen versiones más abstractas de los objetos. Cada tipo de imagen se vincula con propósitos de observación específicos.

Tipo de imagen	Recursos semióticos para observar	Propósito
Fotos de organismos Fotos de ecosistemas	-forma - color - atributos -contexto	Explorar: la imagen es el punto de partida para revisar conocimientos previos
Dibujos (organismos órganos sistemas) Fotos (organismos, órganos, sistemas)	-forma -atributos -color -textura -contexto -ángulo de enfoque	Observar : la imagen 'autentifica' la existencia del objeto/ el observador 'verifica' sus rasgos constitutivos o su estructura
Macrografías (detalles)	-forma -textura	
Esquemas figurativos	- contrastes de color -escala de grises - formas	Reconocer estructuras: el observador se familiariza con estructuras perceptibles a simple vista o fuera del alcance visual a partir de datos

Micrografías Otras imágenes por visualización técnica (radiografías, ecografías)	- dimensiones - ángulo de enfoque - volumen	'traducidos' a un esquema que representa parcialmente al objeto.
Esquemas mixtos	-color -formas -volúmenes -vectores - líneas de conexión - llaves - ordenamiento horizontal o vertical -linealidad/circularidad	Interpretar: (relaciones secuenciales/clasificadorias/causales): el observador establece nexos de distinto tipo: -organismos que experimentan cambios -organismos que actúan sobre otros -entre un elemento y un sistema -entre sistemas
Esquemas abstractos	-volúmenes -vectores - líneas de conexión - llaves - ordenamiento horizontal/vertical lineal/circularidad	

## b) Representación de los objetos de estudio

Diferentes tipos de significados de la biología se asocian a distintas estructuras de representación visual descritas en la Gramática del diseño visual (Kress y van Leeuwen). Estas categorías son útiles para la organización y presentación de las secuencias de descripción, clasificación, comparación, explicación mediante las que se comunican contenidos disciplinares específicos.

Tipo de representación	Recursos para considerar	Significado
Analíticas	elemento portador + atributos de forma	Morfología
Analíticas exhaustivas o inclusivas	elemento portador + totalidad de partes o selección de partes	Estructura (parte-todo)
Comparativas	participantes + atributos comunes o diferentes	
Amplificadorias	participante – cortes sucesivos	
Topológicas	participante o conjunto de participantes/vectores/ llaves / marcos /	Sistema
Clasificadorias	Elemento superordinado/ elementos subordinados Orientación (horizontal/vertical)	Taxonomía

	Conexión gráfica: árbol /llaves / estratos	
Conversión	participante / vector /participante transformado	Transformación
Narrativas	participante –vector- meta participante-circunstancia	Acción de un participante sobre otro Acción de un participante

### **Ejemplo de actividad: producción de una infografía**

La actividad que incluyo, a modo de ejemplo, enfatiza la relación entre *lectura y producción* .como dos aspectos complementarios de la semiosis que pueden retroalimentarse en la práctica escolar.

En el marco del estudio de un tema, se plantea el diseño de una *o infografía* para explicar un contenido delimitado, a un destinatario definido. Se puede partir de una consigna como la siguiente:

“Diseñar una *infografía* que explique el *ciclo reproductivo de los anfibios*. Tener en cuenta que el texto se incluirá en un blog de ciencia de la escuela y que está destinado a alumnos de 12 años”

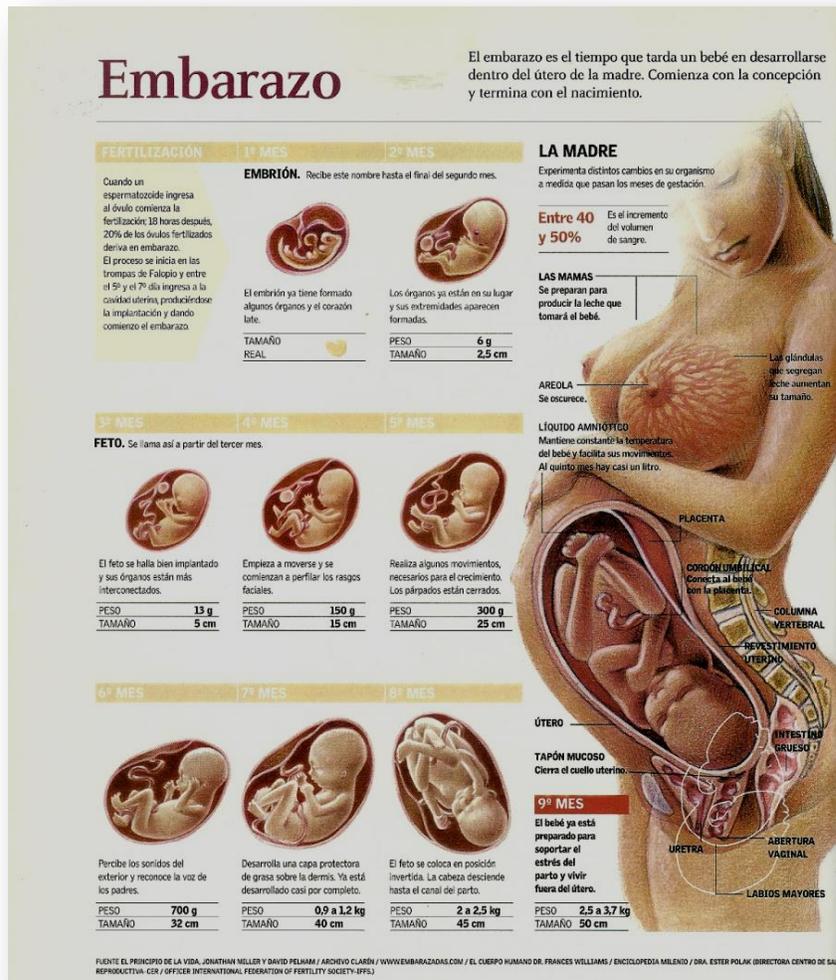
El proceso de diseño sigue los siguientes pasos:

#### **Etapas 1: Lectura exploratoria de infografías**

Se sugiere la selección de infografías que expliquen el mismo tema o algún tema afín al que se pretende trabajar.

a) **Recuperación de información:** se lee el texto seleccionado para recuperar la información y se establecen relaciones entre los significados más relevantes.

b) **Reflexión sobre la construcción del significado:** se busca que los alumnos reflexionen acerca de los recursos que se han seleccionado para construir el significado en el texto, teniendo en cuenta el propósito didáctico. Presentamos, a continuación una infografía seguida de un cuestionario que ayude a analizar la relación entre recursos y significados:



Infografía 1: Bazán y otros (2005: 104)

**Contextualización:**

- ¿Cuál es el propósito de esta infografía y a quiénes parece estar destinada?

*La infografía explica el embarazo y muestra la gestación de un bebé. Sus destinatarios potenciales son alumnos de escuela media que están aprendiendo la función reproductiva en el ser humano. Otros destinatarios potenciales son lectores de una revista de divulgación masiva que aborde temas de ciencia o salud.*

**Representación del objeto de estudio:**

-¿Qué significados se destacan y cómo están distribuidos en el texto?

*Se han seleccionado tres significados generales, ubicados en dos bloques de información, que se observan de izquierda a derecha:*

- A. *el desarrollo del embrión y del feto*
- B. *la ubicación del feto en el útero y la adaptación del cuerpo de la madre*

-¿Qué función tiene cada parte o bloque de información que presenta el texto (describe una estructura- muestra un proceso – ordena elementos de una clase – grafica datos numéricos – compara- narra un acontecimiento)?

A. *representación de un proceso con referencias temporales(analítica temporal)*

B. *representación de un todo y sus partes (analítica inclusiva): posición del feto en el cuerpo de la madre antes de nacer; adaptaciones en el cuerpo de la madre: mamas, líquido amniótico, cordón umbilical*

- ¿Hay bloques más importantes que otros? ¿Hay bloques de igual jerarquía?

*La representación B está subordinada a la A porque muestra la última etapa del crecimiento del feto. Sin embargo, está enfatizada mediante el tamaño porque se busca que el lector observe la relación entre los dos organismos.*

-¿Qué recursos ayudan a organizar los bloques? (marcos, espacios en blanco, tamaño de las imágenes, ubicación en la página)

*Los principales recursos son: la distribución de las representaciones en dos columnas, los cartuchos en ocre con referencias temporales que ordenan la secuencia del crecimiento fetal; el título que introduce la representación de la madre.*

**Acercamiento al objeto de estudio:**

-¿Qué tipos de imágenes se utilizan? (fotos, dibujos, esquemas, gráficos o tablas)

*Se utilizan dibujos figurativos con cortes esquemáticos que permiten ver el feto en el útero y detalles de la anatomía de la madre. No todos son cortes anatómicos, la representación de la madre añade un componente afectivo en la expresión del rostro.*

**Evaluación de los roles de las imágenes y de los textos escritos:**

- ¿Hay títulos que ordenen la lectura?
- ¿Repiten las palabras los significados de las imágenes o agregan nueva información?
- ¿Son necesarias en todos los casos las notas o leyendas?
- ¿Hay significados que deberían ser explicados o ampliados en forma escrita?

Comparar distintas realizaciones de un mismo tema, puede ser una estrategia útil para que los alumnos comprendan los mecanismos de producción de significados y su dinamismo.



Infografía 2: Berler et al. (2004b: 256 y 257)

La infografía 2 aborda el mismo tema, sin embargo se priorizan otros significados y se emplean otros recursos:

- ✓ El embarazo se expone de otra manera, en función de un propósito comunicativo diferente, que es el de presentar el tema al inicio de un capítulo.
- ✓ Aparece información que no se ha tenido en cuenta en la infografía 1: *sistema reproductor femenino, proceso de fecundación, nidación, cigoto*.
- ✓ El crecimiento del feto no está representado temporalmente y no contiene datos ni explicaciones. El significado relevante en esta representación, es el pasaje de un estado a

otro, desde el origen en la fecundación (*fecundación, cigoto, nidación, embrión, feto, recién nacido*).

- ✓ Para representar al ser en desarrollo se ha recurrido a imágenes ecográficas y fotográficas. Al ser más realistas que los esquemas de la infografía 1, muestran la apariencia del feto, pero no permiten reproducir los cambios mes por mes, ni destacar detalles como el cordón umbilical.
- ✓ Por el contrario, los padres (en este caso se incluye al hombre porque el proceso se explica desde la concepción) son representados mediante un dibujo sin definición de detalles y monocromo, en un plano posterior. De este modo se los vincula al origen del proceso, pero no poseen el énfasis que se le da a la madre en la infografía 1.

### Etapa 3: Tratamiento del tema

En esta etapa se introduce el tema disciplinar siguiendo la metodología que el docente utiliza habitualmente. Cuando este considera que el tema ha sido agotado en relación con los objetivos de la asignatura, se discute y se decide qué información es imprescindible incorporar en el texto. Para ello se debe tener en cuenta el propósito comunicativo, los destinatarios potenciales y el tipo de publicación en la que incluirá la infografía.

### Etapa 4: Planificación del texto

Incluye dos tipos de relaciones que se trabajan recursivamente:

- acerca de los significados que deberá contener el texto
- acerca de los recursos que se utilizarán para comunicarlos: tipo de representación apropiada para cada significado, tipos de representación apropiada según el grado de abstracción, distribución y énfasis de las representaciones, textos escritos necesarios<sup>1</sup>.

### Etapa 5: Producción y corrección del texto

Tanto la instancia de producción, en que los alumnos dan forma a sus textos, como la de corrección, en que el docente ayuda a reformular partes del texto con el objetivo de mejorar su claridad, adecuación al propósito y eficacia comunicativa, son oportunidades para profundizar la reflexión acerca de la elección de recursos y el potencial de significación que ponen en juego.

También es una oportunidad para verificar la comprensión de los contenidos que cada alumno ha alcanzado.

---

<sup>1</sup> En la producción de una infografía, el texto escrito no es un recurso de segundo orden, es el modo con el cual se articulan las representaciones visuales. Dado el carácter general y provisorio de esta propuesta, he omitido la referencia a los recursos de representación de la lengua, pero considero fundamental su inclusión en un trabajo futuro.

#### Etapa 6: Difusión de las producciones

La actividad concluye con la publicación del texto, tal como se lo planteó en la consigna. Para que el esfuerzo semiótico se lleve a cabo y se logre la apropiación de los recursos por parte de los alumnos, el propósito comunicativo debe ser sentido como una meta auténtica. En consecuencia, es importante que circule como un texto real y sea leído por los destinatarios previstos.

## Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Argentina: FCE.
- Adúriz-Bravo, A. (2010) Concepto de modelo científico. Una mirada epistemológica de su evolución. En L. Galagovsky (coord.), *Didáctica de las Ciencias Naturales. El caso de los modelos científicos* (pp. 141-161). Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Aguirre Lora, M.E. (2001). Enseñar con textos e imágenes. Una de las aportaciones de Juan Amós Comenio. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 3 (1), 1-19.
- Ambrose, G. y Harris, P. (2005). *Imagen*. Barcelona, España: Parramón.
- Arnheim, R. (1972). *El pensamiento visual*, Buenos Aires, Argentina: EUDEBA.
- Arnheim, R. (1998). *Arte y Percepción Visual*. Madrid, España: Alianza.
- Augustowsky, G.; Massarini, A. y Tabakman, S. (2008). *Enseñar a mirar imágenes en la escuela*, Buenos Aires, Argentina: Tinta Fresca.
- Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México D.F, México: Trillas.
- Aumont, J. (1992). *La imagen*. Barcelona, España: Paidós.
- Bajtín, M. M. (1982). *Estética de la creación verbal*. México DF, México: Siglo XXI.
- Barriga Arceo, F (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 1-13. Recuperado de <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
- Barrow, J. (2009). *Imágenes del cosmos. Las mejores imágenes de la historia de la ciencia*. Barcelona, España: Paidós.
- Barthes, R. (1964). Réthorique de l'image. *Communications*, 4, 40-51.

- \_\_\_\_\_ (1968). *Elements of Semiology*. New York, USA: Hill and Wang.
- \_\_\_\_\_ (1977). *Image, music, text*, London, Great Britain: Fontana.
- \_\_\_\_\_ (1990). *La aventura semiológica*. Barcelona, España: Paidós.
- \_\_\_\_\_ (1995). *La cámara lúcida: notas sobre la fotografía*. Barcelona, España: Paidós.
- \_\_\_\_\_ (2003). *El grado cero de la escritura*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.
- Bearne, E. (ed.) (1999) *Use of Language Accross the Secondary Curriculum*. London: Routledge.
- Bearne, E. & Wolstencroft, H. (2007). *Visual Approaches to Teaching Writing. Multimodal Literacy*. London, Great Britain: Paul Chapman Publishing.
- Bednarek, M. , and Martin, J. (2010). *New Discourse on Language. Functional Perspectives on Multimodality, Identity and Affiliation*. New York, USA: Continuum International Publishing Group.
- Belting, H. (2007). *Antropología de la imagen*. Buenos Aires: Argentina: Katz.
- Bernstein, B. (1994). *La estructura del discurso pedagógico*. Madrid, España: Morata.
- Bezemer, J. & C. Jewitt (2010). Multimodal Analysis: Key issues. In: L. Litosseliti (ed), *Research Methods in Linguistics*. London, Great Britain: Continuum. pp. 180-197.
- Bezemer, J. & Gunther Kress “Changing text: A social Semiotic Analysis of Textbooks” in *Designs for learning*. 3 (1-2), pp. 10 a 26.
- Brown, J., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.
- Cairo, A. (2008). *Infografía 2.0 Visualización interactiva de la información en prensa*. Madrid, España: Alamut.
- \_\_\_\_\_ (2013) *The Functional Art. An introduction to information graphics and visualization*. Berkeley: New Raiders.

- Cañal, P. (2004). Las plantas, ¿fabrican sus propios alimentos? Hacia un modelo escolar alternativo sobre la nutrición de las plantas. [Versión electrónica]. *Revista Alambique*, 42.
- Carbone, G. (dir) (2001). *El libro de texto en la escuela*. Buenos Aires, Argentina: Miño y Dávila Editores.
- \_\_\_\_\_ (2003). *Libros escolares. Una introducción a su análisis y evaluación*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Carey, J. (2006). *Technology, Literacy and Learning*. London, Great Britain: Routledge.
- (2013) *Learning and communication in digital multimodal landscapes*. London: Institute of Education and social research.
- Carey, J. & Oyama, R. (2003) Visual Meaning: A Social Semiotic Approach. In T. Van Leeuwen & J. Carey (Ed.), *Handbook of Visual Analysis* (p. 134-156). London: SAGE Publications.
- Carretero. M. (2005) *Construir y enseñar. Las Ciencias Experimentales*. Buenos Aires, Argentina: Aique.
- Carretero, M. y Castorina, J. (comp.) (2012) *Desarrollo cognitivo y educación [II]. Procesos del conocimiento y contenidos específicos*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Chevallard, Y. (1991) *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*, Buenos Aires, Argentina: Aique.
- Christie, F. (1998) Science and apprenticeship: The pedagogic discourse. En J.R. Martin & R. Veal (Ed.), *Reading Science* (pp. 153-180). London, Great Britain: Routledge.
- (2002) *Classroom Discourse*. London, Great Britain: Continuum.
- (2006). *Pedagogy and the Shaping of Consciousness. Linguistic and Social Processes*. London, Great Britain: Continuum.
- Christie, F. & Martin, J.R. (1997) *Genre and Institutions*. London, Great Britain: Continuum.

- Christie, F. & Martin, J.R. (eds.) (2007) *Language, Knowledge and Pedagogy. Functional Linguistic and Sociological Perspectives*. London, Great Britain: Continuum.
- Christie, F. & Maton, K. (Ed.) (2011) *Disciplinary: Functional Linguistic and Sociological Perspectives*. London, Great Britain: Continuum.
- Christie, F. & Misson, R. (1998) *Literacy and Schooling*, New York, USA: Routledge.
- Choppin, A. (2001) Pasado y presente de los manuales escolares. *Educación y Pedagogía*, XIII (29-30), pp. 209-229.
- Colle, R. (2004). Infografía: tipologías. *Revista Latina de Comunicación Social*, 58. Recuperado de [http://www.ull.es/publicaciones/latina/latina\\_art660pdf](http://www.ull.es/publicaciones/latina/latina_art660pdf)
- Coopmans, C.; Vertesi, J.; Lynch, M & Woolgar, S. (Ed.) (2104) *Representation in Scientific Practice Revisited*. Cambridge: The MIT Press.
- Cope, B. & Kalantzis, M. (Ed.) (2000). *Multiliteracies. Literacy learning and the design of social futures*. London, Great Britain: Routledge.
- Costa, J. (1998). *La esquemática. Visualizar la información*. Barcelona, España: Paidós.
- Costa, J. y Moles, A. (1991). *Imagen didáctica*. Barcelona, España: Ediciones CEAC.
- Cruder, G. (2008). *La educación de la mirada*. Buenos Aires, Argentina: La Crujía.
- Cuczza, H. y Spregelburd, P. (2012). *Historia de la lectura en la Argentina: del catecismo colonial a las netbooks estatales*. Buenos Aires, Argentina: del Calderón.
- Curtis, H. (1985). *Biología*. México: Ed. Panamericana.
- De Diego, J.L. Políticas editoriales y políticas de lectura. *Anales de la educación común*, 3(6), pp. 38-43.
- De Fleur, M.L. y Ball-Rokeach, S.J. (1993). *Teorías de la comunicación de masas*. Barcelona, España: Paidós.

- De Pablos, J.M. (1998). Siempre ha habido infografía. *Revista Latina de Comunicación Social*, 5. Recuperado de <http://www.ull.es/publicaciones/latina/a/88depablos.htm>
- Dinolfo, J., Heifferon, B. & Temesvari, L. (2007) Seeing cells: Teaching the verbal/visual rhetoric of Biology. *Journal of Technical Writing and Communication*, 37(4), pp. 395-417.
- Dondis, D.A. (2010). *La sintaxis de la imagen. Introducción al alfabeto visual*. Barcelona, España: Ed. Gustavo Gili.
- Drake, R.; Wayne Vogl, A. y Mitchell, A. (2010). *Anatomía de Gray para estudiantes*. Barcelona, España: Elsevier.
- Dubois, Philippe (2008). *El acto fotográfico y otros ensayos*, Buenos Aires. Argentina: La Marca.
- Dussel, I. (2006). *Educación la mirada*. Buenos Aires, Argentina: Manantial.
- Dussel, I, Los nuevos alfabetismos para el siglo XXI. Desafíos para la escuela. Recuperado de [http://www.virtualeduca.info/Documentos/veBA09%20\\_confDussel.pdf](http://www.virtualeduca.info/Documentos/veBA09%20_confDussel.pdf)
- Eco, U. (1972). Semiología de los mensajes visuales. *Comunicaciones* 15, pp. 23-80.
- (1980). *Signo*. Barcelona, España: Labor.
- (2000) *Tratado de semiótica general*. Barcelona, España: Lumen
- Eggins, S y Martin, J. (1997). Géneros y registros del discurso. En T. van Dijk (Ed.) (2001) *El discurso como estructura y proceso* (pp. 335-372). Barcelona, España: Gedisa.
- Escolano Benito, A. (dir.) (1997). *Historia ilustrada del libro escolar en España. Del Antiguo Régimen a la Segunda República*. Madrid, España: Fundación Ruipérez.
- Espinoza, A., Casamajor, A y Pitton, E. (2009). *Enseñar a leer textos de ciencias*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Estivals, R. (1995). Théorie iconique de la schématisation. *Communication, Espace et Société*. Association Internationale de Micropsychologie et de Psychologie Sociale des Communications.

- Frascara, J. (2006) *El poder de la imagen*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito.
- (2011) *El diseño de comunicación*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Infinito
- Fowler, S. (1968). *Las ciencias en la escuela secundaria*. Buenos Aires, Argentina: Troquel
- Frigerio, G (comp.) (1991) *Curriculum presente. Ciencia Ausente. Normas, teorías y críticas*. Tomo 1, Buenos Aires, Argentina: Miño y Dávila.
- Galagovsky, L. (coord.) (2010) *Didáctica de las Ciencias Naturales. El caso de los modelos científicos*. Buenos Aires, Argentina: Lugar Editorial.
- Gauthier, G. (1992). *Veinte lecciones sobre la imagen y el sentido*. Madrid, España: Cátedra.
- Gee, J. P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Archidona: Aljibe.
- Gee, J.P. (2010). *An Introduction to Discourse Analysis. Theory and Method*. New York, USA: Taylor & Francis.
- Gee, J.P. & Handford, M. (Ed.) (2012). *The Routledge Handbook of Discourse Analysis*, New York, USA: Routledge.
- Gibson, J.J. (2015). *The Ecological Approach to Visual Perception*. New York, USA: Taylor & Francis.
- Giere, R. (2006) *Scientific Perspectivism*. Chicago, USA: The University of Chicago Press.
- Giordano, G, y Souza, M. (2007) Textos escolares: una política de acceso igualitario al conocimiento. *Anales de la educación común*, 3 (6), pp. 178-182.
- Gombrich, E. H. y otros (1973). *Arte, percepción y realidad*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Gombrich, E. (1998). *Arte e ilusión, estudios sobre la psicología en la representación simbólica*. Madrid, Editorial Debate.
- Gombrich, E. H. (2003). *Los usos de las imágenes*. Nueva York, USA: Phaidon.

- Gómez, G. (1969). *La enseñanza de las ciencias. Su enfoque histórico-evolutivo*. Buenos Aires, Argentina: Estrada.
- Gorodischer, H.F. (2010). *Curiosidades tipográficas*. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL.
- Gould, S.J. (1999). *La montaña de almejas de Leonardo*. Barcelona, España: Crítica.
- Gubern, R. (1996). *Del bisonte a la realidad virtual. La escena y el laberinto*. Barcelona., España: Anagrama.
- Guo, L. (2004). Multimodality in a Biology book. En K. O'Halloran (Ed.) *Multimodal Discourse Analysis. Systemic Functional Perspectives* pp. 196-219. London/ New York: Continuum.
- Gutierrez, R. (2004) La modelización y los procesos de enseñanza/aprendizaje. *Alambique*, 42, 8-18.
- Gvirtz, Silvina (2000). *Miradas para pensar la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Halliday, M.A.K. (1982 [1978]). *El lenguaje como semiótica social*. México: FCE.
- Halliday. M.A.K. (1994). *Functional Grammar*. New York, USA: Routledge.
- Halliday, M.A.K. & Hasan, R. (1985) *Language, context, and text: aspects of language in a social-semiotic perspective*. Oxford: Oxford University Press.
- Halliday, M.A.K and Martin, J.R.(1993) *Writing Science: Literacy and Discursive Power*. London, Great Britain: The Falmer Press.
- Herrero Uribe, M. (2008) Del mecanicismo a la complejidad en biología. *Revista de Biología*, 56 (1), 399-407.
- Hewson, P. W. (1992) Conceptual change in science teaching and teacher education. National Center for Educational Research, Documentation, and Assessment, Madrid, Spain.
- Hodge, R. and Kress, G. (1988 ). *Social Semiotics*. New York: Cornell University Press.

- Jiménez Aleixandre, M.P. (2000), Modelos didácticos. En F. J. Perales Palacios y P. Canal de León *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y Práctica de la enseñanza de las ciencia* (pp. 165-186) Alcoy, Marfil,
- Joly, M. (1993). *Introducción al análisis de la imagen*. Buenos Aires, Argentina: La Marca.
- (1994). *La imagen fija*. Buenos Aires, Argentina: La Marca.
- Klimosvky, G. (2011). *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología*. Buenos Aires, Argentina: AZ.
- Knight, D. (2006). *A Public Understanding of Science. A history of communicating scientific ideas*. New York, USA: Routledge.
- Knorr Cetina, K. (1999) *Epistemic Cultures: how the sciences make knowledge*, Harvard: President and Fellows.
- Kong, Y., Anderson, T. & Pelaez, N. (2016) How to Identify an Interpret Evolutionary Tree Diagrams. *Journal of Biological Education*.  
<http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2015.1117514>
- Kress, G. (1997). *Before Writing. Rethinking the paths to literacy*. London, Great Britain: Routledge.
- (2003). *Literacy in the New Media Age*. London, Great Britain: Routledge.
- (2010) *Multimodality. A social-semiotic approach to contemporary communication*. New York, USA: Routledge.
- Kress, G.; Leite García, R. y van Leeuwen, T. (2001) Semiótica Discursiva. En T. van Dijk, (Ed.) *El discurso como estructura y proceso* (pp. 373-416). Barcelona, España: Gedisa.
- Kress, G. & van Leeuwen, T. (1996). *Reading Images. The Grammar of Visual Design*. London, Great Britain: Routledge
- (2001). *Multimodal Discourse. The Modes and Media of Contemporary Communication*. London, UK: Arnold.

- (2002) Colour as a semiotic mode: notes for a grammar of colour. *Visual Communication*, 1:343-369 DOI: 10.1177/147035720200100306
- Kress et al. (2004). *English in Urban Classrooms. A Multimodal Perspective of Teaching and Learning*. London- New York: Routledge Falmer.
- Kress, G.; Jewitt, C. & Ogborn, J. (2001). *Multimodal Teaching and Learning: The Rhetorics of the Science Classroom*. London, Great Britain : Continuum.
- Lankow, J., Ritchie, J & Crooks, R. (2012). *Infographics. The power of visual storytelling*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Leborg, C (2014). *Gramática visual*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- Ledesma, M. y López, M. (comp.) (2004). *Comunicación para diseñadores*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Fadu.
- Lemke, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- (1998). Multiplying meaning. Visual and verbal semiotics in scientific text. En J.R. Martin & R. Veel (Ed.), *Reading Science* (pp. 87-113). London, UK: Routledge.
- Lemke, J. (1999). Typology, Topology, Topography: Genre Semantics. City University of New York. Recuperado de <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/Genre-topology-revised.htm>
- Leturia, E. (1998). ¿Qué es infografía?. *Revista Latina de Comunicación Social*, 4. Recuperado de <http://www.ull.es/publicaciones/latina/z8/r4el.htm>
- Libedinsky, M. (1995). Hacia una lectura comprensiva de los libros escolares. En Litwin, E. (comp) *Tecnología educativa. Política, historias, propuestas* (pp. 203-230). Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Liendro, E. (1992). *Curriculum presente, ciencia ausente. La enseñanza de la Biología en la Argentina de hoy Tomo II*. Buenos Aires, Argentina: Miño y Dávila.

- Liguori, L. y Nostre, M. (2005). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Argentina: Homo Sapiens.
- Lipsman, M (1995). El material impreso: el viejo medio en el marco de proyectos educativos actuales. En Litwin, E. (comp.) *Tecnología educativa. Política, historias, propuestas* (pp.151-170). Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Laubrock, J & Hohenstein, S. (2015) Is a picture worth a thousand words? Eye movement during reading of graphic literature. Recuperado de [https://blogs.uni-paderborn.de/graphic-literature/files/2015/09/Laubrock.ESCOPE\\_2015small.pdf?file=2015/09/Laubrock.ESCOPE\\_2015-small.pdf](https://blogs.uni-paderborn.de/graphic-literature/files/2015/09/Laubrock.ESCOPE_2015small.pdf?file=2015/09/Laubrock.ESCOPE_2015-small.pdf)
- Magadán, C. (2013). *Enseñar Lengua y Literatura con las TIC*. Buenos Aires, Argentina: Cengage Learning.
- Manghi, D. (2013). Representación y comunicación del conocimiento en Educación Media: análisis multimodal del discurso de materiales utilizados para la enseñanza escolar de la historia y la biología. *Onomázein*, (27), 35-52.
- (2013). Leer para aprender a partir de textos multimodales: los materiales escolares como mediadores semióticos. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 12 (24), 79-91.
- Mayr, E. (1998). *Así es la biología*. Madrid, España: Editorial Debate.
- (2006). *Por qué es única la biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica*. Buenos Aires, Argentina: Katz.
- Martin, J.; Matthiessen, J.R. & Painter, C (1997). *Working with Functional Grammar*. London, UK: Arnold.
- Martin, J.R. & Rose, D. (2007). *Genre Relations*. London, UK: Equinox Publishing Ltd.
- Martinec, R, y Salway, M. (2005). A system for image-text relations in new (and old) media. *Visual Communication*, 4, pp. 339-374. <http://vcj.sagepub.com>

- Martinec, R (2013). Nascent and mature uses of a semiotic system: the case of image-text relations. *Visual Communication*, 12 (2), pp.147-172.
- Massarini, A. y Schnek, A. (coords.) (2015). *Ciencia entre todxs. Tecnociencia en contexto social. Una propuesta de enseñanza*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Mason, R. et al. (2006). *Reading Scientific Images. The iconography of evolution*. Cape Town: Human Sciences Research Council.
- Metz, C. (1972). Más allá de la analogía, la imagen. *Comunicaciones* 15, pp. 9-21.
- (1972). Imágenes y pedagogía. *Comunicaciones* 15, pp. 205-214.
- Miller, C. R. (1994 [1984]). Genre as social action. In A. Freedman and Medway (Eds.) , *Genre and the New Rhetoric* (pp. 23-42). London: Taylor and Francis.
- Moles, A. (1991). *La imagen*. México DF, México: Editorial Trillas.
- Moyano, E. (2013). *Aprender ciencias y humanidades: una cuestión de lectura y de escritura*. Prov. de Buenos Aires: Universidad Nacional de Gral. Sarmiento.
- Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de textos de ciencia como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (2), 133-152.
- Ogborn, J.; Kress, G.; Martins, I. & McGillicuddy, K. (1996). *Explaining Science in the Classroom*. Buckingham, Great Britain: Open University Press.
- O'Halloran, K. (ed.) (2004). *Multimodal Discourse Analysis. Systemic-Functional Perspectives*. London-New York: Continuum
- O'Halloran, K. and Bradley A. Smith (ed.) (2011) *Multimodal studies. Exploring issues and domains*, New York: Taylor & Francis.
- Olson, D. & Torrance, N. (2009) *The Cambridge Handbook of Literacy*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Oteiza, T. (2009). Diálogo entre textos e imágenes: análisis multimodal de textos escolares desde una perspectiva intertextual. *DELTA*, 25, 664-677.

- Panofsky, E (1995). *El significado en las artes visuales*, Madrid, Alianza.
- Panofsky, E (1998). *Estudios sobre iconología*, Madrid, Alianza.
- Pedro Robles, A. (2009). El dibujo y las estrategias de la representación científica. *Co-herencia*, 6(10), pp.11-28. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?i=77411622001>
- Perales Palacios, F.J. y Cañal de León, P. (2000) *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- Pérez de Eulate, L. y Llorente, E. (1998). Las imágenes en la enseñanza-aprendizaje de la biología. *Alambique*, 16, pp.45-53.
- Pérez de Eulate, Llorente, E. y Andrieu, A. (1999). Las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria. *Enseñanza de la Ciencia*, 17 (2), pp. 165-178.
- Pericot, Jordi (2002). *Mostrar para decir. La imagen en contexto*, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Petrucci, A. (1998). Leer por leer: un porvenir para la lectura. En G. Cavallo y R. Chartier, *Historia de la lectura en el mundo occidental*. (519-549) Madrid., España: Taurus.
- Podgorny, I. (2006). La ciencia moderna y la imagen. *Todavía*, 13, pp.1y2. <http://www.revistatodavia.com.ar/todavia24/13.podgornynotaArte.html>
- Pró, M. (2003). *Aprender con imágenes*. Barcelona, España: Paidós.
- Reid, D. (1990). The role of pictures in learning biology: Part 1, perception and observation. *Journal of Biological Education*, 24 (3), 161-172. <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1990.9655135>
- (1990) The role of pictures in learning biology: Part 1, picture-text processing. *Journal of Biological Education*, 24 (4), 251-258. <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1990.9655153>
- Reiss, M. (ed.) (1999). *Teaching Secondary Biology*. London, Great Britain: John Murray.
- Renkema, J. (2009). *Discourse, of Course*. Philadelphia: John Benjamins B.V.

- Riat, M (2006). *Técnicas gráficas. Una introducción a las técnicas de impresión y su historia (v. 3.0.0)*, Burriana. Disponible en <http://www.riat-serra.org/tgraf.html>
- Rojas Mix, M. (2006). *El imaginario. Civilización y cultura del siglo XXI*, Buenos Aires, Prometeo.
- Romer, A. & Parsons, T. (1981). *Anatomía comparada*. México: Interamericana.
- Roth, W., Pozzer-Ardenghi, L. & Han, J. (2005). *Critical Graphicacy. Understanding Visual Representation Practices in School Science*. The Netherlands: Springer.
- Rose, G. (2001). *Visual Methodologies*, London: Sage Publications.
- Sadava, D. et al. (2009). *Vida. La Ciencia de la Biología*. Buenos Aires. Ed. Panamericana.
- Saussure, F. ([1916]1993). *Curso de lingüística general*. Buenos Aires, Argentina: Planeta-Agostini.
- Sartori. G. (1998). *Homo videns. La sociedad teledirigida*. Madrid, España: Taurus.
- San Martín, P. (2003). *Hipertexto. Seis propuestas para este milenio*. Buenos Aires, Argentina: La Crujía.
- Schleppegrell, M.J. (2004) *The Language of Schooling. A Functional Linguistics Perspective*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Tan Wee Hin, L. & Subramanian, R. (2009) *Handbook of Research on New Media Literacy. K-12 Level: Issues and Challenges*. New York: USA: Information Science Reference.
- Teubal, E. y Guberman, A. (2014). *Textos gráficos y alfabetización múltiple*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Tosi, C. (2011) El texto escolar como objeto de análisis. Un recorrido a través de los estudios ideológicos, didácticos, editoriales y lingüísticos. *Lenguaje*, 39(2), 467-500
- Total, J. y Corvatta, M.T. (comp.) (1996). *Empezar a transformar. Cómo trasladar los CBC al aula*. Buenos Aires, Argentina: Aique.
- Tufte, E. (1990). *Envisioning Information*. Cheshire, USA: Graphics Press.

- (1997). *Visual Explanation. Images and Quantities, Evidence and Narrative*. Cheshire, USA: Graphics Press.
- Unsworth, L. (ed.) (2000). *Researching Language in Schools and Communities. Functional Linguistic Perspectives*, London: Cassell.
- (2001). *Teaching Multiliteracies across the Curriculum*. Buckingham: Open University Press.
- (2008). *Multimodal semiotics. Functional Analysis in Contexts of Education*, New York, USA: Continuum.
- Valero Sancho, José Luis (2001) *La infografía*, Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, Universitat Jaume I, Universitat Pompeu Fabra, Universitat de Valencia.
- Van Leeuwen, T. & Carey, J. (2003). *Handbook of Visual Analysis*. London: SAGE Publications.
- Van Leeuwen, T. (2005). *Introducing Social Semiotics*. London-New York: Routledge.
- Van Leeuwen, T (2008). *Discourse and Practice. New Tools for Critical Discourse Analysis*, New York, USA: Oxford University Press.
- Vallejos Llobet. P. (2004). *El discurso científico pedagógico. Aspectos de la textualización del saber enseñado*. Bahía Blanca: EdiUNS.
- Vallejos, P. (2015). Destrezas para el trabajo cooperativo de las áreas de prácticas del lenguaje y ciencias sociales en la educación primaria y media: una propuesta desde el Análisis Crítico del Discurso. En XI Congreso Internacional de la Asociación Latinoamericana de Estudios del Discurso. Buenos Aires, Argentina.
- Vallejos, P. (2016) Grammar and Pragmatic Interrelations in the Construction of Popular Science Texts for Children. *British Journal of Education, Society & Behavioral Science*, 12 (2):1-10..
- Vallejos, P y Palmucci, D. (2011). Recursos de la divulgación científica en la literatura para niños. *Anclajes*, 15 (1 y 2), pp. 165-188.
- Veel, R. (1997). Learning how to mean-scientifically speaking: apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. En F. Christie & J.R. Martin (Ed.), *Genre and Institution* (pp. 161-195). London, UK: Continuum.

- Veel, R. (1998). The greening of school science: Ecogenesis in secondary classrooms. En J.R. Martin & R. Veel (Ed.), *Reading Science* (pp.115-151). London: Routledge.
- Ventola, E. & Moya Guijarro, A. J. (2009). *The world told and the world shown. Multisemiotic issues*. London, Great Britain: Palgrave Macmillan.
- Ventola, E., Cassily, C. & Kaltenbacher, M. (Ed.) (2004). *Perspectives on Multimodality*. Philadelphia: John Benjamins.
- Verón, E. (1999). *Esto no es un libro*. Barcelona, España: Gedisa.
- Vigotsky, L.S. ([1931] 1988) *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Crítica.
- Villafañe, J. (1998) *Introducción a la teoría de la imagen*. Madrid, España: Pirámide.
- Vlardingbroek, N., Bale, T & Bale, C. (2014) The problem of scale in the interpretation of pictorial representations of cell structure. *Journal of Biological Education*, 48 (3), 154-162, DOI:10.1080/00219266.2013.849284
- Voloshinov, V. (1976). *El signo ideológico y la filosofía del lenguaje*. Buenos Aires, Argentina: Nueva Visión.
- Walsh, M. (2009). Pedagogic Potentials of Multimodal Literacy in L.T.W. Hin & R. Subramaniam (Ed.) *Handbook of Research on New Media Literacy at the K-12 Level. Issues and Challenges* (pp. 32-47) New York: Information Science Reference.
- Zechetto, V. (2006). *La danza de los signos: nociones de semiótica general*. Buenos Aires, Argentina: La Crujía.

## Documentos curriculares y guías pedagógicas

- Corvatta, T y Totah, J. (coord..) (1995) *Módulo 1. Capacitación docente 1995*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Dirección General de Cultura y Educación.
- (1995) *Módulo 3. Capacitación docente 1995*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Dirección General de Cultura y Educación.
- (1995) *Módulo 4. Capacitación docente 1995*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Dirección General de Cultura y Educación.
- (coord..) (1995) *Módulo 5. Capacitación docente 1995*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Dirección General de Cultura y Educación.
- Mareuil, A. et al. (1993). *Guía del trabajo cotidiano en el aula*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- Fierro, Marta (coord.) (1997) *La selección y el uso de materiales para el aprendizaje de los CBC*, República Argentina: Ministerio de Cultura y Educación de la Nación.
- Programa de Botánica de primer año (plan 1956), Buenos Aires: Editorial Ciordia, 1974.
- Programa de Biología de primer año (plan 1980/81) Buenos Aires: Editorial Ciordia, 1980.
- Planes y programas de Ciencias Biológicas de primer año. Ciclo básico, Buenos Aires: Ediciones Goudelias, 1985.
- Programa de Zoología de segundo año (plan 1956), Buenos Aires: Editorial Ciordia, 1971.
- Programa de Zoología de segundo año (plan 1980/81), Buenos Aires: Editorial Ciordia, 1980
- Planes y programas de Ciencias Biológicas de segundo año (plan 1980/81). Ciclo básico, Buenos Aires: Ediciones Goudelias, 1980.
- Programa de Ciencias Biológicas (Anatomía y Fisiología) de tercer año (plan 1956), Buenos Aires: Editorial Ciordia, 1966.
- Programa de Ciencias Biológicas (Anatomía y Fisiología) de tercer año (plan 1956), Buenos Aires: Editorial Ciordia, 1976.
- Programa de Ciencias Biológicas (Anatomía y Fisiología) de tercer año (plan 1956), Buenos Aires: Editorial Ciordia, 1980.
- Planes y programas de Ciencias Biológicas (plan 1980/81) de tercer año. Ciclo básico, Buenos Aires: Ediciones Goudelias, 1980.
- Ministerio de Cultura y Educación, “Guías programáticas para el tercer año del Ciclo Básico, Ciencias Biológicas” en Nueva Serie Divulgación, N° 21, 1981.

## Libros de texto

- Abellán, K., Bazán, M., Figueroa, J y Nisenholc, R (2005). *Ciencias Naturales 8*. Buenos Aires, Argentina: Tinta Fresca.
- Abril, J. et al. (1996). *Ciencias Naturales y Tecnología 7.* Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Adúriz Bravo, A. et al (2006) *Biología*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Alberico et al. (2005). *Ciencias Naturales y Tecnología 8*. Buenos Aires, Argentina: Aique.
- Aletti, Silvia et al. (2000). *Ciencias Naturales 8 EGB*, Buenos Aires: Santillana
- Antokolec et al. (2005). *Ciencias Naturales 9*. Buenos Aires: Puerto de Palos.
- Antokolec, P., Cousau, M y Serafini, P. (2003). *Átomo 7 Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Argentina: SM.
- Aristegui, R. et al. (1997). *Ciencias Naturales 8*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Bachrach, E, et al. (1997). *Ciencias Naturales 9*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Barderi, M.G. et al (1995). *Ciencias Naturales y Tecnología 1*. Buenos Aires: Santillana
- Bazán, M. y Nisenholc de Muler, M. (2005). *Ciencias Naturales 9*. Buenos Aires, Argentina: Tinta Fresca
- Beckelman, L , (2006). *Los exploradores de National Geographic. El cuerpo humano*. Buenos Aires, Argentina: Planeta.
- Berler, V. et al (2004a). *Ciencias Naturales 7*. Buenos Aires, Argentina: Estrada.
- (2004b). *Ciencias Naturales 8*. Buenos Aires, Argentina: Estrada.
- (2004c). *Ciencias Naturales 9*. Buenos Aires, Argentina: Estrada.
- Botto, J. y Pérez Calvo, C. (1971b). *Biología Animal*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- (1971a). *Biología Vegetal*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- Capurro, M. et al (2005). *Ciencias Naturales 8*. Buenos Aires, Argentina: Puerto de Palos.
- Caro, G., Nisenholc, R., Sellés Martínez, J. y Settani, C. (2005). *Ciencias Naturales 7*. Buenos Aires, Argentina: Tinta Fresca.
- Carreras, N. et al. (2001a). *Ciencias Naturales 7*. Buenos Aires, Argentina: Puerto de Palos.
- (2001b). *Ciencias Naturales 8*. Buenos Aires, Argentina: Puerto de Palos.
- (2001c). *Ciencias Naturales 9*. Buenos Aires, Argentina: Puerto de Palos.
- Cerdeira, S. et al. (2005). *Ciencias Naturales y Tecnología 9*. Buenos Aires, Argentina: Aique.
- Copello, M. y Perés, V. (1979). *Biología 1*. Buenos Aires, Argentina: Estrada.

- (1980). *Biología 2*. Buenos Aires, Argentina: Estrada.
- Cuniglio, F., Fernández, E., Granieri, P., Grau, J. y Morales, E. (1995). *Ciencias Naturales y Tecnología 2*. Buenos Aires: Santillana
- Dembo, A. (1953). *Curso de Botánica*. Buenos Aires, Argentina: Cesarini Hnos. Ed.
- (1965). *Curso de Botánica*. Buenos Aires, Argentina: Cesarini Hnos. Ed.
- (1971). *Zoología*. Buenos Aires, Argentina: Cesarini Hnos. Ed.
- (1979a). *Botánica*. Buenos Aires, Argentina: Cesarini Hnos. Ed.
- (1979b). *Anatomía y Fisiología*. Buenos Aires, Argentina: Cesarini Hnos. Ed.
- Dos Santos Lara, J.A. (1958). *Zoología*. Buenos Aires, Argentina: Troquel
- (1965a). *Anatomía y Fisiología*. Buenos Aires, Argentina: Troquel.
- (1965b). *Botánica*, Buenos Aires, Argentina: Troquel.
- (1966). *Zoología*. Buenos Aires, Argentina: Troquel.
- Dutey, M.L. y Nocetti, S.T. (1987a). *Biología 1. Los seres vivos y su ambiente*. Buenos Aires, Argentina: Huemul.
- (1987b). *Biología 2. La diversidad de los seres vivos*. Buenos Aires, Argentina: Huemul.
- (1987c). *Biología 3*. Buenos Aires, Argentina: Huemul.
- Espinoza, A. y Espinoza, C. (1988). *Ciencias Biológicas 1*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Espinoza, A., Espinoza, C., Lacreu, L. y Rubel, D. (1989). *Ciencias Biológicas 2*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Fuster, P. y Galindez, A. (1965). *Botánica*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- González, A. y Rivas, S. (1985). *Biología 1*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- (1987). *Biología 2*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- (1989). *Biología 3*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- Hurrell, J. A. et al. (2003b) *Átomo 9 Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Argentina: SM.
- Hurrell, J. A., Leschiutta, M y Rela, A. (2003a) *Átomo 8 Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Argentina: SM.
- Lacreu, L., Rubel, D. y Guahnon, E. (1990) *Ciencias Biológicas 3*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Zarur, P. (1979). *Biología 2*. Buenos Aires, Argentina: Plus Ultra.
- (1994). *Biología 1*. Buenos Aires, Argentina: Plus Ultra.