

TESIS DOCTORAL



**INFORMACIÓN GRÁFICA Y GRADOS DE ESPECIALIDAD
EN EL DISCURSO CIENTÍFICO-TÉCNICO:
UN ESTUDIO DE CORPUS**

Juan Antonio Prieto Velasco

Departamento de Traducción e Interpretación
Universidad de Granada
2008

**INFORMACIÓN GRÁFICA Y GRADOS DE ESPECIALIDAD EN
EL DISCURSO CIENTÍFICO-TÉCNICO:
UN ESTUDIO DE CORPUS**

Tesis doctoral

para la obtención del título de Doctor por la Universidad de Granada
realizada por el doctorando Juan Antonio Prieto Velasco,
dirigida por la Dra. Pamela Faber Benítez
y por la Dra. Clara Inés López Rodríguez.

Vº Bº Pamela Faber Benítez

Directora

Vº Bº Clara Inés López Rodríguez

Co-directora

Departamento de Traducción e Interpretación

Universidad de Granada

junio de 2008

“Si me ofreciesen la sabiduría con la condición de guardarla para mí sin comunicarla a nadie, no la querría”.

Lucio Anneo Séneca, filósofo cordobés.

AGRADECIMIENTOS

Reza el dicho que es de bien nacidos ser agradecidos. Vayan estas líneas dedicadas a todas aquellas personas que me han acompañado a lo largo de esta andadura que es la investigación.

A mis directoras de tesis. A la Dra. Pamela Faber por haber sido la artífice de este trabajo, sin sus orientaciones no habría sido posible. Gracias por tu confianza y por ofrecerme tu experiencia. A la Dra. Clara Inés López por introducirme en el mundo de la investigación, por saber guiarme en los momentos en los que todo se ve nublado. Gracias a las dos por creer en este proyecto.

Debo extender este agradecimiento a mis compañeros del grupo de investigación LexiCon, profesores y becarios, por sus consejos y sus palabras de ánimo, en especial a Maribel Tercedor, por resolver, aunque en la sombra, muchas dudas sobre la relación entre imagen y texto.

A mis compañeros de la Licenciatura de Traducción e Interpretación, Antonia, Javi y Marta, quienes desde la distancia me han empujado hasta el doctorado.

A mis amigos, que, aunque sin saber muy bien de qué iba esto, han tenido mucho que ver en este trabajo. A Migue, Inma, Manolo y Aurora, gracias por acompañarme desde hace tantos años y hacerme reír.

A mi familia. A mis padres, Juan Antonio y Manoli, que me han dado la oportunidad de elegir qué hacer en la vida, por estar siempre pendientes del desarrollo de esta tesis y ayudarme, con cariño, a superar los múltiples obstáculos que han surgido durante su realización. Gracias, porque sé que estáis incondicionalmente ahí donde se os necesita.

A mi hermano Carlos, por haber sido mi referente en esto de la investigación y en otras muchas cosas en mi vida, por ordenar mis ideas y poder contar con él cuando he necesitado su consejo. Gracias por ayudarme a no cometer los errores que tú ya cometiste y resolviste en su día.

A Úrsula, por estar junto a mí en los momentos difíciles, por animarme a continuar cuando parece que todo se detiene, por confiar en todo momento en mí y por hacerme ver la realidad de las cosas cuando se complican. Siempre gracias.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	- 19 -
1.1. Antecedentes de la investigación	- 19 -
1.2. Hipótesis de trabajo y objetivos	- 23 -
1.3. Estructura y contenidos del trabajo	- 26 -
2. MARCO TEÓRICO	- 31 -
2.1. Comunicación especializada: conocimiento, lengua y texto	- 31 -
2.1.1. Introducción	- 31 -
2.1.2. Características y diferentes denominaciones de la comunicación especializada	- 31 -
2.1.3. Perspectivas de estudio de la comunicación especializada	- 33 -
2.1.4. La diferencia entre lo general y lo especializado	- 34 -
2.2. Nuevas aproximaciones al estudio de la Terminología	- 37 -
2.2.1. La Teoría Comunicativa de la Terminología	- 37 -
2.2.2. La aproximación sociocognitiva	- 40 -
2.2.3. Gestión terminológica orientada al proceso	- 42 -
2.2.4. Semántica de marcos	- 46 -
2.3. Grados de especialidad en el discurso científico-técnico	- 52 -
2.3.1. Variación terminológica: eje horizontal y eje vertical	- 52 -
2.3.2. Diversidad y variación terminológica: cómo determinar el grado de especialidad	- 55 -
2.3.3. El discurso científico-técnico	- 63 -
2.3.3.1. Características del discurso científico-técnico	- 63 -
2.3.3.2. El texto especializado	- 68 -
2.3.3.3. El texto semiespecializado	- 71 -
2.3.3.4. El texto de divulgación	- 72 -
2.3.4. Modelos de clasificación de los textos en función del grado de especialidad	- 80 -
2.3.4.1. El modelo de Loffler-Laurian	- 82 -
2.3.4.2. El modelo de Hoffmann	- 84 -
2.3.4.3. Teoría de multiniveles: el modelo de Ciapuscio	- 87 -
2.3.4.4. Propuesta ad hoc	- 90 -
2.4. Información gráfica y gestión del conocimiento especializado	- 91 -
2.4.1. La representación del conocimiento especializado	- 91 -
2.4.1.1. Representaciones internas	- 95 -
2.4.1.2. Representaciones externas	- 99 -

2.4.2. Interacción entre texto e imagen: el papel de la ilustración en el discurso científico-técnico	- 103 -
2.4.3. Ilustración y traducción	- 111 -
2.4.3.1. Nuevos documentos en entornos multimedia	- 112 -
2.4.3.2. Accesibilidad	- 114 -
2.4.4. El proceso de visualización del conocimiento	- 116 -
2.4.4.1. Fases del proceso de visualización	- 119 -
2.4.4.1.1. Activación visual de conceptos	- 121 -
2.4.4.1.2. Construcción de un modelo mental	- 123 -
2.4.4.1.3. Vinculación de información gráfica y textual	- 125 -
2.4.4.1.4. Aplicación a la gestión del conocimiento especializado	- 128 -
2.5. Clasificación de ilustraciones	- 130 -
2.5.1. Clasificaciones morfológicas	- 131 -
2.5.2. Clasificaciones funcionales	- 136 -
3. MARCO METODOLÓGICO	- 147 -
3.1. Hacia una taxonomía semiótico-cognitiva de ilustraciones	- 147 -
3.1.1. Iconicidad	- 148 -
3.1.2. Abstracción	- 153 -
3.1.3. Dinamismo	- 158 -
3.1.4. Tipología de ilustraciones	- 160 -
3.2. Determinación de las unidades de análisis: el doblete texto de especialidad-ilustración	- 165 -
3.2.1. La lingüística de corpus y los textos de especialidad	- 165 -
3.2.2. Las ilustraciones como unidades de conocimiento especializado	- 167 -
4. OBTENCIÓN DE DATOS: RECOPIACIÓN, ETIQUETADO Y PROCESAMIENTO DEL CORPUS	- 171 -
4.1. Recopilación del corpus	- 171 -
4.1.1. Criterios de selección de los textos del corpus	- 171 -
4.1.2. Descripción y clasificación de los textos en tres subcorpus	- 173 -
4.1.2.1. El subcorpus especializado	- 175 -
4.1.2.2. El subcorpus semiespecializado	- 177 -
4.1.2.3. El subcorpus divulgativo	- 178 -
4.2. Etiquetado del corpus	- 179 -
4.2.1. Etiquetas para conceptos	- 180 -
4.2.2. Etiquetas para caracterizar ilustraciones	- 182 -

4.3. Procesamiento del corpus	- 182 -
5. RESULTADOS	- 187 -
5.1. Corpus general	- 188 -
5.1.1. Número de ilustraciones del corpus	- 188 -
5.1.2. Tipos de ilustraciones según la taxonomía propuesta	- 189 -
5.1.3. Prevalencia de los parámetros de clasificación	- 189 -
5.1.4. Análisis de lista de palabras lematizada	- 190 -
5.1.5. Recapitulación	- 192 -
5.2. Subcorpus especializado	- 192 -
5.2.1. Número de ilustraciones del subcorpus	- 192 -
5.2.2. Tipos de ilustraciones según la taxonomía propuesta	- 193 -
5.2.3. Prevalencia de los parámetros de clasificación	- 194 -
5.2.4. Análisis de lista de palabras lematizada	- 195 -
5.2.5. Recapitulación	- 196 -
5.3. Subcorpus semiespecializado	- 196 -
5.3.1. Número de ilustraciones del subcorpus	- 196 -
5.3.2. Tipos de ilustraciones según la taxonomía propuesta	- 197 -
5.3.3. Prevalencia de los parámetros de clasificación	- 198 -
5.3.4. Análisis de lista de palabras lematizada	- 198 -
5.3.5. Recapitulación	- 200 -
5.4. Subcorpus divulgativo	- 200 -
5.4.1. Número de ilustraciones del subcorpus	- 200 -
5.4.2. Tipos de ilustraciones según la taxonomía propuesta	- 200 -
5.4.3. Prevalencia de los parámetros de clasificación	- 201 -
5.4.4. Análisis de lista de palabras lematizada	- 202 -
5.4.5. Recapitulación	- 204 -
5.5. Comparativa de resultados	- 204 -
6. DISCUSIÓN	- 209 -
6.1. Valoración de los resultados	- 209 -
6.1.1. Relación entre número de ilustraciones y nivel de especialización	- 209 -
6.1.2. Relación entre parámetros de clasificación y nivel de especialización	- 216 -
6.1.3. Relación entre tipos de ilustración y nivel de especialización	- 218 -
6.1.3.1. Corpus general	- 218 -
6.1.3.2. Subcorpus especializado	- 222 -
6.1.3.3. Subcorpus semiespecializado	- 230 -

6.1.3.4. Subcorpus divulgativo	- 238 -
6.1.4. Sinopsis de características de las representaciones gráficas	- 246 -
6.1.4.1. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo A	- 251 -
6.1.4.2. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo B	- 251 -
6.1.4.3. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo C	- 252 -
6.1.4.4. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo D	- 253 -
6.1.4.5. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo E	- 254 -
6.1.4.6. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo F	- 255 -
6.1.4.7. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo G	- 256 -
6.1.4.8. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo H	- 257 -
6.1.5. Adaptación de representaciones gráficas según el nivel de especialización del texto	- 258 -
6.1.5.1. El caso de PLUNGING BREAKER	- 261 -
6.1.5.2. El caso de TIDE	- 262 -
6.1.5.3. El caso de GROUND WATER	- 263 -
6.1.6. Densidad terminológica	- 265 -
6.1.7. Información gráfica y funciones respecto al texto	- 267 -
6.1.8. Niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo en textos científico-técnicos	- 269 -
6.1.9. Información gráfica y accesibilidad	- 270 -
6.2. Hacia un protocolo de análisis de información gráfica: el caso de WAVE	- 271 -
6.2.1. Identificación de conceptos pertinentes	- 272 -
6.2.2. Categorización de los conceptos especializados	- 274 -
6.2.3. Clasificación de imágenes según la tipología	- 276 -
6.2.4. Análisis de concordancias	- 276 -
6.2.5. Interacción texto e imagen	- 279 -
6.3. Utilidad de las herramientas informáticas para el análisis de información gráfica	- 285 -
6.4. Modelo de uso de ilustraciones	- 291 -
6.4.1. Estructura del modelo	- 291 -
6.4.2. Situación comunicativa especializada	- 296 -
6.4.3. Situación comunicativa semiespecializada	- 298 -
6.4.4. Situación comunicativa divulgativa	- 299 -
6.4.5. Recapitulación	- 301 -
6.5. Limitaciones del estudio y nuevas vías de investigación	- 302 -
7. CONCLUSIONES	- 311 -
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 319 -

APÉNDICE I: GLOSARIO ESENCIAL DE TÉRMINOS - 335 -

APÉNDICE II: TIPOS DE TEXTOS - 351 -

APÉNDICE III: TEXTOS DEL CORPUS - 395 -

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Diferencias entre conocimiento general y conocimiento especializado</i>	- 36 -
<i>Tabla 2. Causas de la variación denominativa según Freixa (2005)</i>	- 59 -
<i>Tabla 3. Tipología de textos de especialidad según Löffler-Laurian (1983)</i>	- 82 -
<i>Tabla 4. Tipología de textos de especialidad según Hoffmann (1987)</i>	- 86 -
<i>Tabla 5. Tipología de los textos de especialidad según Ciapuscio (2003)</i>	- 88 -
<i>Tabla 6. Caracterización ad hoc de los textos de especialidad</i>	- 91 -
<i>Tabla 7. Descripción gráfica y textual del concepto BOWSTRING ARCH BRIDGE</i>	- 105 -
<i>Tabla 8. Marco definicional del concepto OLEAJE</i>	- 126 -
<i>Tabla 9. Problemas en la selección terminológica (adaptado de Tercedor y López 2003: 216)</i>	- 129 -
<i>Tabla 10. Rasgos morfológicos de la imagen (Valverde 2001)</i>	- 132 -
<i>Tabla 11. Criterios de clasificación morfológica de ilustraciones (Pinto 2006)</i>	- 133 -
<i>Tabla 12. Tipos de ilustraciones según varios autores (Monterde 2004a)</i>	- 134 -
<i>Tabla 13. Clasificación estructural de representaciones visuales (Lohse et al. 1994)</i>	- 135 -
<i>Tabla 14. Funciones de la ilustración (Duchastel y Waller 1979)</i>	- 138 -
<i>Tabla 15. Funciones de la ilustración como elemento extratextual (Levin 1981)</i>	- 139 -
<i>Tabla 16. Funciones de la ilustración según su efecto (Levie y Lentz 1982)</i>	- 139 -
<i>Tabla 17. Funciones de la ilustración según la codificación del significado (Alesandrini 1984)</i>	- 140 -
<i>Tabla 18. Funciones de la ilustración dinámica (Park y Hopkins 1993)</i>	- 140 -
<i>Tabla 19. Convergencia de roles funcionales de la ilustración</i>	- 141 -
<i>Tabla 20. Categorías de contenido informativo de la ilustración (Llorente 2000: 7)</i>	- 142 -
<i>Tabla 21. Taxonomía de funciones de la imagen respecto del texto (Marsh y White 2003)</i>	- 143 -
<i>Tabla 22. Escala de niveles de iconicidad (Valverde 2001)</i>	- 151 -
<i>Tabla 23. Tipología de ilustraciones</i>	- 160 -
<i>Tabla 24. Ejemplos de ilustraciones según tipología</i>	- 162 -
<i>Tabla 25. Descripción del corpus</i>	- 176 -
<i>Tabla 26. Etiqueta conceptual asociada a la ilustración LITTORAL ZONES</i>	- 181 -
<i>Tabla 27. Tipología de ilustraciones y etiquetas</i>	- 182 -
<i>Tabla 28. Líneas de concordancia en torno a etiquetas de imágenes icónicas</i>	- 183 -
<i>Tabla 29. Lista lematizada de palabras del corpus general</i>	- 190 -
<i>Tabla 30. Lista lematizada de palabras del subcorpus especializado</i>	- 195 -
<i>Tabla 31. Lista lematizada de palabras del subcorpus semiespecializado</i>	- 199 -

Tabla 32. Lista lematizada de palabras del subcorpus divulgativo	- 203 -
Tabla 33. Cuadro resumen de resultados	- 206 -
Tabla 34. Concordancias para las relaciones conceptuales activadas en torno a XBLOC	- 215 -
Tabla 35. Concordancias sobre la relación entre tipos de imagen y conceptos pertinentes del corpus general	- 219 -
Tabla 36. Concordancias sobre la relación entre tipos de imagen y conceptos pertinentes del subcorpus especializado	- 224 -
Tabla 37. Unidades fraseológicas del subcorpus especializado	- 227 -
Tabla 38. Concordancias sobre la relación entre tipos de imagen y conceptos pertinentes del subcorpus semiespecializado	- 232 -
Tabla 39. Unidades fraseológicas del subcorpus semiespecializado	- 234 -
Tabla 40. Portadas de revistas de divulgación científica	- 240 -
Tabla 41. Concordancias sobre la relación entre tipos de imagen y conceptos pertinentes del subcorpus divulgativo	- 241 -
Tabla 42. Unidades fraseológicas del subcorpus divulgativo	- 244 -
Tabla 43. Sinopsis de ilustraciones según el nivel de especialización del texto	- 247 -
Tabla 44. Representaciones gráficas para un mismo concepto según el nivel de especialización	- 259 -
Tabla 45. Ratio formas/palabras estandarizada	- 266 -
Tabla 46. Comparación de listas de palabras lematizadas	- 273 -
Tabla 47. Organización de conceptos en categorías	- 274 -
Tabla 48. Marco definicional de MOVIMIENTO OSCILATORIO	- 274 -
Tabla 49. Convergencia de información gráfica y lingüística para el concepto WAVE	- 275 -
Tabla 50. Concordancias sobre la relación entre representación gráfica y concepto especializado	- 277 -
Tabla 51. Ejemplo de análisis de información gráfica	- 279 -
Tabla 52. Ejemplo de información gráfica no adecuada	- 281 -
Tabla 53. Explicación textual de información gráfica no adecuada	- 284 -
Tabla 54. Marco de referencia para el análisis informático de imágenes (Burkhard 2005)	- 286 -

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Jerarquía terminográfica para COASTAL DEFENCE (Faber et al. 2007: 43)	- 45 -
Ilustración 2. Evento médico oncológico (Faber 2002)	- 48 -
Ilustración 3. Evento de Ingeniería de puertos y costas (Faber et al. 2006: 194)	- 49 -
Ilustración 4. Tesoro visual de PuertoTerm	- 50 -
Ilustración 5. Subevento OLEAJE	- 51 -
Ilustración 6. Proceso de recontextualización para la divulgación científica (Marinkovich 2005)	- 78 -
Ilustración 7. Comparación de redes conceptuales del concepto CLONACIÓN	- 80 -
Ilustración 8. Procesos de gestión del conocimiento (Cámara 2004)	- 92 -
Ilustración 9. Triángulo circunscrito para la representación del conocimiento especializado	- 93 -

<i>Ilustración 10. Modelo de representación del conocimiento según Monterde (2004b: 67)</i>	- 94 -
<i>Ilustración 11. Modelo integrado de comprensión (Schnotz y Bannert 2003: 145)</i>	- 97 -
<i>Ilustración 12. Factores determinantes de la carga cognitiva (Kirschner 2002: 4)</i>	- 99 -
<i>Ilustración 13. Modelos visuales en la representación del conocimiento (Clemens 2006)</i>	- 100 -
<i>Ilustración 14. Modelo de representación del conocimiento científico (Clemens 2006)</i>	- 105 -
<i>Ilustración 15. Interdisciplinariedad de la visualización del conocimiento (Clemens 2006)</i>	- 108 -
<i>Ilustración 16. Los esquemas de imagen en el proceso de ilustración</i>	- 109 -
<i>Ilustración 17. Representación gráfica del concepto ESCORRENTÍA SUPERFICIAL</i>	- 110 -
<i>Ilustración 18. Procesamiento de la información científico-técnica</i>	- 111 -
<i>Ilustración 19. Mapa lumínico mundial</i>	- 118 -
<i>Ilustración 20. Esquema categorial de TREATMENT</i>	- 122 -
<i>Ilustración 21. Activación de conceptos a partir de la ilustración del concepto ASOMERAMIENTO</i>	- 123 -
<i>Ilustración 22. Sistema científico del OLEAJE</i>	- 124 -
<i>Ilustración 23. Marco visual y relaciones conceptuales</i>	- 126 -
<i>Ilustración 24. Visualización del conocimiento especializado en base de datos terminográfica</i>	- 127 -
<i>Ilustración 25. Modelización icónica de la realidad (Valverde 2001)</i>	- 130 -
<i>Ilustración 26. Imagen icónica de los tipos de ROMPIENTE</i>	- 149 -
<i>Ilustración 27. Imagen no icónica de la CAPACIDAD EMBALSADA</i>	- 150 -
<i>Ilustración 28. Imagen no abstracta de la ZONA PELÁGICA</i>	- 157 -
<i>Ilustración 29. Imagen abstracta del concepto VENTANA ATMOSFÉRICA</i>	- 157 -
<i>Ilustración 30. Imagen dinámica sobre el CICLO HIDROLÓGICO EN ZONAS ÁRIDAS</i>	- 159 -
<i>Ilustración 31. Imagen representativa del concepto ESCORRENTÍA</i>	- 161 -
<i>Ilustración 32. Atributo alt y detalle del código fuente</i>	- 168 -
<i>Ilustración 33. Etiquetado de conceptos mediante Picasa™</i>	- 180 -
<i>Ilustración 34. Modelo integrado de comunicación mediante representaciones gráficas (Burkhard 2005: 251)</i>	- 288 -
<i>Ilustración 35. Modelo de uso de ilustraciones</i>	- 292 -
<i>Ilustración 36. Organización de imágenes según iconicidad y abstracción</i>	- 293 -
<i>Ilustración 37. Organización de imágenes según dinamismo</i>	- 294 -

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Frecuencia absoluta de ilustraciones del corpus</i>	- 188 -
<i>Figura 2. Distribución de los tipos de ilustraciones en el corpus general</i>	- 189 -
<i>Figura 3. Prevalencia de los parámetros de clasificación en el corpus general</i>	- 190 -
<i>Figura 4. Frecuencia relativa de ilustraciones del subcorpus especializado, semiespecializado y divulgativo</i>	- 193 -
<i>Figura 5. Distribución de ilustraciones en el subcorpus especializado</i>	- 193 -
<i>Figura 6. Prevalencia de los parámetros de clasificación en el subcorpus especializado</i>	- 194 -

<i>Figura 7. Distribución de ilustraciones en el subcorpus semiespecializado</i>	- 197 -
<i>Figura 8. Prevalencia de los parámetros de clasificación en el subcorpus semiespecializado</i>	- 198 -
<i>Figura 9. Distribución de ilustraciones en el subcorpus divulgativo</i>	- 201 -
<i>Figura 10. Prevalencia de los parámetros de clasificación en el subcorpus divulgativo</i>	- 202 -
<i>Figura 11. Comparativa de resultados (ilustraciones)</i>	- 204 -
<i>Figura 12. Comparativa de resultados (parámetros)</i>	- 205 -

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes de la investigación

El origen de los lenguajes de especialidad se encuentra en el momento mismo del nacimiento de una lengua, pues la necesidad de comunicar la realidad propia de un área de conocimiento restringida siempre ha estado entre quienes se ven implicados en dicho ámbito específico, bien en su vida cotidiana bien en su labor profesional. De hecho, la ciencia y la técnica, presentes ya en los inicios de la actividad humana, han contribuido enormemente a la evolución de las sociedades y a la transmisión del conocimiento acumulado por sus antepasados para facilitar su desarrollo como grupo.

No obstante, la manera de comunicar el conocimiento especializado ha cambiado en gran medida conforme se han producido avances en los medios empleados para facilitar el intercambio de información entre especialistas y entre los expertos y el vulgo. Según Pinto (2006), nuestra cultura, dominada por el lenguaje, se ha desplazado hacia lo icónico y se hace preciso un determinado estatus de competencia visual; no en vano, hemos asistido a un cambio en el estilo cognitivo del hombre actual, que de *homo sapiens* ha pasado a *homo videns*.

Pese a lo anterior, no fue hasta la revolución tecnológica de la segunda mitad del siglo XX cuando se comenzó a prestar la debida atención a los elementos no textuales de transmisión de la información, si bien disciplinas como la Psicología educativa o la Psicología cognitiva ya se habían interesado por el estudio de recursos visuales e información gráfica.

Desde el punto de vista de la Traducción, esta no concibió los elementos visuales como parte de la estructura textual hasta el desarrollo de nuevas tecnologías que permitieron el nacimiento de nuevas modalidades de traducción en las que la imagen juega inevitablemente un papel fundamental, si no central, tales como subtitulado para sordos, audiodescripción para ciegos, localización, *voice-over* o traducción para la web.

Igualmente, los recientes entornos multimedia en que tiene lugar tanto el aprendizaje como el ejercicio profesional de la traducción han puesto de manifiesto la necesidad cada vez más imperiosa de profundizar en el estudio de la ilustración, como recurso

para la transmisión de información al servicio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Esta necesidad queda patente en la investigación llevada a cabo en tres proyectos de los que participa la presente tesis doctoral: un proyecto I+D financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, un proyecto de excelencia financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía y un proyecto de innovación docente financiado por la Universidad de Granada.

El proyecto I+D *PuertoTerm: estructuración del conocimiento y generación de recursos terminológicos en Ingeniería de puertos y costas* ha sabido responder a esta necesidad mediante la recopilación de un banco de imágenes que se integra en una base de datos terminológica basada en el conocimiento sobre Ingeniería de puertos y costas.

Esta base de datos, presentada a modo de tesoro visual de conceptos, recoge más de 9000 términos en español, inglés y alemán agrupados en más de 3000 entradas terminológicas clasificadas en diferentes subdominios. Cada entrada incluye diferentes categorías de datos: definiciones, equivalencias en las tres lenguas de trabajo y contextos, así como información estructural, lingüística y cognitiva basada en el análisis de líneas de concordancia. Además, cada uno de los recursos visuales del banco de imágenes está asociado a uno o varios conceptos de modo que es posible la visualización de información conceptual.

En *PuertoTerm* cada concepto está vinculado a una estructura conceptual sobre la cual se organiza el conocimiento especializado perteneciente a este dominio de especialidad. Esta organización se ha concebido bajo la forma del Evento de Ingeniería de puertos y costas, integrado por una serie de eventos subordinados a la estructura principal, que se están analizando detalladamente en el proyecto de excelencia.

El proyecto de excelencia *MarcoCosta: marcos de conocimiento multilingüe en la Gestión integrada de zonas costeras* parte de los resultados de *PuertoTerm* y persigue como objetivos principales *a)* incrementar el conocimiento de la dinámica de la zona costera y sus ecosistemas; *b)* generar un tesoro visual de conceptos basado en la organización conceptual del dominio que destaque el aspecto multidimensional de las representaciones conceptuales a partir de la recopilación de información terminológica mediante técnicas de corpus; *c)* facilitar el intercambio de conocimientos entre profesionales. Esta investigación pretende enriquecer los recursos terminológicos

existentes en la Gestión integrada de zonas costeras y mejorar la relación coste-eficacia en la consulta de textos especializados por especialistas, usuarios y profesionales de la comunicación.

En definitiva, ambos proyectos han puesto de manifiesto la importancia de las ilustraciones en dos aspectos de la Terminología, como disciplina teórica y como metodología: 1) gestión terminológica orientada al trabajo de traductores e intérpretes para la elaboración de glosarios bilingües de cara a una traducción especializada; 2) gestión terminológica para la creación y desarrollo de productos terminográficos útiles para la multiplicidad de usuarios de los lenguajes de especialidad.

El proyecto de Innovación Docente *Análisis y desarrollo de la interfaz imagen-texto en traducción científica y técnica* supone una ampliación de un trabajo previo sobre *Localización del texto multimedia: generación de recursos en el aula de traducción científica y técnica*. Su finalidad es diseñar material pedagógico que contribuya a concienciar a los estudiantes sobre la importancia de la imagen en la configuración textual, especialmente en lo que se refiere a los aspectos cognitivos, pragmáticos y traductológicos de las imágenes como parte de procesos de adquisición de conocimiento especializado y procesos de traducción. Para ello prevé actividades dirigidas a conocer la relación entre imagen y texto mediante la activación de marcos de conocimiento y léxico especializado, así como por medio de la identificación e interpretación de la función de la imagen en el texto.

En resumen, uno de los aspectos clave en Terminología es cómo deberían representarse los conceptos de modo que los usuarios comprendan su significado y reciban conocimiento suficiente acerca de su ubicación en la estructura de conocimiento general de un dominio de especialidad. Dicha representación conceptual puede y debe contener información en varios formatos. A este respecto, las descripciones lingüísticas y gráficas de los conceptos especializados desempeñan un papel fundamental en la representación del conocimiento, especialmente cuando ambas aparecen conjuntamente para destacar la naturaleza multidimensional de los conceptos especializados y sus relaciones.

Incluir diferentes tipos de información gráfica es de gran ayuda en dominios de especialidad pues las imágenes fomentan la comprensión del texto y complementan la

información lingüística proporcionada por otras categorías de datos, facilitando así la gestión terminológica y los procesos de mediación lingüística como la traducción.

A pesar de que la mayoría de los terminólogos reconocen el valor de la información gráfica y la emplean siempre que sea posible, a veces, las ilustraciones quedan incluidas en recursos terminológicos de forma poco coherente y sin reflexionar lo suficiente sobre la representación visual de los conceptos. Entre nuestros objetivos está el seleccionar las ilustraciones razonadamente para ser consecuente con su descripción lingüística.

Pese a las recientes investigaciones en este ámbito, las diversas ramas de las Ciencias Cognitivas que, como la Psicología o la Inteligencia Artificial, han tratado de profundizar en el estudio de la información gráfica no han dado respuesta a algunas cuestiones de gran importancia, ya que han centrado su atención en los aspectos de mayor interés para cada una de ellas.

Por ello, las nuevas aproximaciones a la Terminología tienen aún pendiente la tarea de ofrecer una visión completa sobre el proceso de representación, transmisión y adquisición del conocimiento especializado que englobe todos los recursos existentes al alcance de los comunicadores especializados, dando cuenta de aspectos como la relación entre texto e ilustración, la representación de información conceptual mediante imágenes o el papel de la ilustración en la creación de modelos mentales, cuestiones que hasta ahora solo han esbozado.

Esta tesis doctoral supone la continuación de un trabajo de investigación tutelada presentado en junio de 2006 en el marco del programa de doctorado “Procesos de Traducción e Interpretación” de la Universidad de Granada. El objetivo inicial de aquel trabajo era la identificación de un *continuum* de ilustraciones basado en su nivel de especialidad que discurriera paralelo al *continuum* de especialidad presupuesto para los textos científico-técnicos, de manera que fuera posible proponer un modelo de uso de ilustraciones partiendo, por una parte, de las características esenciales del concepto representado y, por otra, del nivel de especialización del texto del que forman parte (Prieto en prensa).

Dicho trabajo puso de relieve la necesidad de llevar a cabo un análisis en profundidad del uso que hacen los comunicadores especializados (científicos, redactores técnicos, periodistas y divulgadores científicos, traductores, localizadores, etc.) de las

ilustraciones, que estudie los criterios de selección empleados en función del nivel de especialidad del texto científico-técnico.

En consecuencia, esta tesis continúa la metodología de corpus empleada en el mencionado trabajo, asume los resultados iniciales obtenidos y toma como punto de partida los supuestos teóricos y se plantea los objetivos que se presentan a continuación.

1.2. Hipótesis de trabajo y objetivos

El marco teórico general de esta tesis doctoral se basa en los postulados de la Teoría Comunicativa de la Terminología (TCT), vista desde la perspectiva de la gestión terminológica orientada al proceso (GTOP), enfoque aplicado a la investigación llevada a cabo en PuertoTerm y MarcoCosta. De esta manera se procura dar cuenta de la naturaleza multidimensional de los conceptos especializados que, de acuerdo con la TCT, son tratados en nuestro trabajo como unidades de conocimiento que materializan su carácter cognitivo, comunicativo y lingüístico tras un proceso de conceptualización en unidades de significación especializada. Las principales hipótesis de partida de esta tesis son las siguientes:

1. La representación de un concepto supone la expresión lingüística o no lingüística, o una combinación de ambas, por medio de la cual se especifica un concepto; constituye por tanto una unidad de conocimiento creada a partir de una combinación única de características (Monterde 2002a: 32).
2. Los términos no son el único tipo de unidades que representan el conocimiento especializado, sino que existen otras unidades de significación especializada (USE), que como los términos deben estudiarse en su contexto natural. En consonancia con lo anterior, existen USE lingüísticas (términos, definiciones, unidades fraseológicas, unidades colocacionales, etc.) y USE no lingüísticas (símbolos, nomenclaturas e información gráfica en general), que han de analizarse como parte de la estructura textual del discurso especializado (Cabré, Feliu y Tebé 2001: 303). En efecto, la ilustración mantiene una estrecha relación con el texto del que forma parte gracias a los vínculos establecidos con otras formas de representación del conocimiento como términos, explicaciones o pies de foto (Monterde 2002a: 42).

3. El texto especializado constituye el medio habitual en el que se materializa la representación del conocimiento especializado para su transmisión y, por tanto, los recursos empleados para ello deben estudiarse dentro del dominio de especialidad al que pertenece el texto y en el nivel de especialidad que determinen las condiciones cognitivas y pragmáticas en que se circunscribe la comunicación.
4. Los dominios de especialidad, sobre todo los pertenecientes a los distintos ámbitos de la ciencia y la técnica, se configuran en forma de eventos complejos que precisan de una representación modular, visual, dinámica y tridimensional y, en consecuencia, todos los recursos encaminados hacia tal representación deben entenderse como elementos interrelacionados de un proceso dinámico integrados en una estructura única (Faber et al. 2006).
5. El discurso de especialidad recibe su carácter especial por los rasgos temáticamente marcados de los textos que lo conforman y puede enmarcarse en un eje vertical que determina su nivel o grado de especialidad a partir de características cognitivas, lingüísticas y pragmáticas.
6. La ilustración científica y técnica, como tipo de USE no lingüística, constituye una representación fiel de objetos y conceptos de ingeniería y ciencia (Powley 1995) y su inclusión en textos científico-técnicos permite desarrollar un proceso de visualización mediante la creación de modelos mentales que facilitan la adquisición de conocimiento y agilizan procesos de resolución de problemas.
7. De acuerdo con lo anterior, el tipo de ilustración empleado para la representación de un concepto depende en gran medida del objetivo del texto en relación con la función comunicativa de cada nivel de conocimiento, así como de la naturaleza propia del concepto en cuestión.

En esta investigación tomamos como referencia para el estudio de las lenguas de especialidad y los conceptos especializados, los postulados de la *Teoría Comunicativa de la Terminología*, la *Semántica de marcos* y la *Gestión terminológica orientada al proceso*. Para el análisis de las ilustraciones, seguiremos enfoques como la *Teoría de la codificación dual*, el *Principio de contigüidad* y la *Teoría de la carga cognitiva* (véase § 2.4.1.1).

La conjunción de esta multiplicidad de enfoques pone de manifiesto el carácter multidisciplinar de este estudio, que parte de principios teóricos de la Terminología, la Psicología, la Psicolingüística y la Lingüística cognitiva y emplea una metodología basada en técnicas de corpus para llegar a resultados y conclusiones que resulten de utilidad, tanto desde una perspectiva teórica como aplicada, a profesionales de diferentes campos del saber: científicos, divulgadores científicos, redactores técnicos, ilustradores, traductores, etc.

Nuestra hipótesis de trabajo supone que los textos científico-técnicos se organizan a lo largo de un *continuum* en función de su nivel de especialización, que no admite límites bien definidos, y que discurre paralelo a un *continuum* en el que se distribuyen los distintos tipos de información gráfica y que actuaría como un eje paralelo a lo largo del cual estas se organizan a modo de gradación.

Con el fin de identificar la ubicación de las ilustraciones en el *continuum*, esta tesis doctoral se plantea como objetivos principales:

- Proponer un modelo para el adecuado empleo de la información gráfica en textos científico-técnicos que recoja el uso real de las ilustraciones y dé cuenta de la distribución de los diferentes tipos de imágenes en textos de diverso grado o nivel de especialización.
- Articular una clasificación de ilustraciones en torno a parámetros que reflejen las condiciones pragmáticas a partir de las cuales se puede discriminar el nivel de especialización del texto del que forman parte, así como los atributos centrales del concepto de modo que racionalice el uso de imágenes en la ciencia y en la técnica teniendo en cuenta las características del receptor y la naturaleza del concepto representado.

En este orden de cosas nuestro estudio, que recibe un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo, debe plantearse los siguientes objetivos secundarios:

- Analizar las lenguas de especialidad y los textos especializados como hábitat natural de las ilustraciones científico-técnicas que constituyen nuestro objeto de estudio y los fundamentos que determinan los diversos niveles de especialización de los textos a partir de las clasificaciones propuestas por diferentes autores.

- Profundizar en los distintos estudios que han tratado de aclarar medianamente el papel de las ilustraciones en los procesos de aprendizaje y analizar las clasificaciones que, desde un punto de vista funcional, han procurado poner orden en un maremágnum de tipologías generalmente arbitrarias y, en algunas ocasiones, poco adecuadas considerando las características del acto de comunicación y los potenciales receptores del texto ilustrado.
- Recopilar un corpus de textos de especialidad en los dominios de Ingeniería de puertos y costas y Gestión integrada de zonas costeras, que recoja textos de tres niveles generales de especialización: textos especializados o altamente especializados, textos semiespecializados o medianamente especializados y textos de divulgación o de bajo nivel de especialidad.
- Analizar el corpus textual para poder observar la prevalencia de los parámetros de nuestra clasificación, así como la distribución de cada uno de los tipos de imágenes identificados a partir de las diversas combinaciones posibles de tales parámetros.

En definitiva, con la consecución de estos objetivos podremos analizar si el uso que los profesionales de las lenguas de especialidad en contextos multimedia hacen de las ilustraciones responde a los criterios pragmáticos que deben regir todo acto de comunicación, teniendo así en cuenta las características de los usuarios finales de los textos. En última instancia, los resultados obtenidos permitirán elaborar un modelo descriptivo de ilustraciones basado en el uso que sirva de referencia a aquellos profesionales que precisan orientación acerca de criterios aconsejables respecto a una adecuada selección de ilustraciones, tanto para la representación de conceptos especializados como para la transmisión de dichos conceptos en situaciones comunicativas varias.

1.3. Estructura y contenidos del trabajo

El trabajo que presentamos, como acabamos de ver, recoge en el Capítulo § 1 una introducción a los antecedentes de la investigación y los postulados teóricos de los que parte para alcanzar una serie de objetivos entre los que se encuentra la identificación de

un modelo de uso de ilustraciones en textos científico-técnicos mediante un estudio de corpus.

Para ello es necesario profundizar, por una parte, en los grados de especialidad o niveles de especialización de los textos que constituyen el discurso científico-técnico y, por otra, en la gestión del conocimiento a partir de información gráfica. En el Capítulo § 2 se exponen una serie de consideraciones generales sobre los lenguajes y las lenguas de especialidad haciendo especial hincapié en los dos tipos de variación que dan lugar a los textos de especialidad y que han de tenerse en cuenta en cualquier estudio de carácter terminológico: la especialización temática y los niveles de especialización que pueden darse dentro de una misma rama de la ciencia o la técnica. Respecto a este último punto, hacemos especial referencia a la diversidad terminológica como paso primero para determinar el nivel de especialización de un texto y que es común a todas las clasificaciones propuestas en las diferentes tipologías de textos de especialidad. Repasaremos algunas de las más interesantes y resaltaremos parámetros encaminados hacia una caracterización más completa de la situación comunicativa.

Asimismo, este capítulo se propone explicar la importancia de la ilustración en diversos ámbitos de la gestión del conocimiento: *a)* la gestión terminológica a pequeña y gran escala; *b)* la mejora de la calidad en traducción científica y técnica y el desarrollo de la subcompetencia terminológica; *c)* la gestión de los parámetros de accesibilidad en entornos multimedia. Para ello, estableceremos, en primer lugar, la diferencia entre las clasificaciones morfológicas y las clasificaciones funcionales de ilustraciones, de modo que podamos destacar el papel fundamental de estas en la gestión del conocimiento. Describiremos también un proceso de visualización que sirva como estrategia para la resolución de problemas tanto en la adquisición y transferencia del conocimiento especializado como en el proceso de traducción.

Una vez expuesto el marco teórico y revisada la bibliografía pertinente, en el Capítulo § 3 se describe la metodología empleada en nuestro trabajo centrándose en las dos unidades de análisis básicas del estudio: las ilustraciones y los textos de especialidad, más concretamente los conceptos especializados que les confieren dicha naturaleza. Estas unidades están contenidas en un conjunto de textos que será analizado siguiendo los principios metodológicos de la Lingüística de corpus mediante la

herramienta semiautomática WordSmith Tools. El procesamiento del corpus responde a nuestra hipótesis de trabajo y a los modelos teóricos seleccionados en este capítulo y parte de una taxonomía de ilustraciones basada en criterios semiótico-cognitivos, que encuentran su justificación en los estudios previos que diversos autores han llevado a cabo en el campo de la representación y transmisión del conocimiento en contextos de aprendizaje.

El Capítulo § 4 recoge el proceso de obtención de datos, que constituye la parte empírica de nuestro trabajo. Este proceso implica, en primer lugar, la recopilación de un corpus de textos en formato electrónico pertenecientes a los dominios de Ingeniería de puertos y costas y Gestión integrada de zonas costeras, que serán, a su vez, clasificados en tres subcorpus atendiendo al nivel de especialidad de los textos. En segundo lugar, debemos proceder al etiquetado tanto de ilustraciones como de conceptos representados y, en tercer lugar, a procesar los textos mediante la aplicación seleccionada y el uso de etiquetas a modo de ecuaciones de búsqueda.

Tras el procesamiento de los textos y la obtención de los datos, en el Capítulo § 5 se exponen los datos referentes al número global de ilustraciones, al número de cada tipo de ilustración de acuerdo con la clasificación propuesta y al análisis de listas lematizadas de palabras, todo ello organizado por subcorpus, de manera que sea posible contrastar los datos alusivos a cada nivel de especialización y ofrecer una valoración comparativa sobre el conjunto del análisis. Ello permitirá, en el Capítulo § 6, ratificar o no nuestra hipótesis de partida y, a través de la interpretación de los resultados, construir un modelo de uso de ilustraciones con arreglo a la información de uso obtenida y proponer futuras líneas de investigación en las que profundizar.

Finalmente, en el Capítulo § 7 se presentan las conclusiones del estudio de corpus. El Capítulo § 8 incluye la lista completa de referencias y la bibliografía empleada para elaborar este trabajo que acabamos de presentar.

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Comunicación especializada: conocimiento, lengua y texto

2.1.1. Introducción

El creciente interés por la investigación en todas las ramas del saber ha incrementado la producción científica mundial y ha fomentado el estudio de la comunicación especializada. Son múltiples los profesionales que en su labor diaria se ven envueltos en situaciones de comunicación especializada, como los propios científicos, redactores técnicos, periodistas científicos, divulgadores de ciencia, documentalistas, terminólogos, traductores, intérpretes, etc. Por consiguiente, la necesidad de describir los factores que determinan que una situación comunicativa sea especializada ha estado siempre entre las preocupaciones de los estudios terminológicos.

Un conocimiento profundo del comportamiento de la terminología de un texto junto con la configuración de los elementos lingüísticos (fundamentalmente léxicos), pragmático-discursivos (características de los interlocutores, temática, enfoque y tratamiento de la información) y cognitivos (configuración de la información para una representación, transferencia y adquisición del conocimiento especializado), permite gestionar situaciones de comunicación especializada en función de los intereses del profesional en cuestión, así como de las características de los eventuales receptores del producto de su trabajo.

Por tanto, sin entrar en mucho detalle, podemos decir que el objeto de estudio de la Terminología es la comunicación especializada: en un nivel macroestructural, los textos de especialidad y en un nivel microestructural los términos y conceptos. Difícilmente se pueden estudiar los primeros sin los segundos dado que los textos de especialidad constituyen la materialización de la función comunicativa de las USE.

2.1.2. Características y diferentes denominaciones de la comunicación especializada

Es lógico pensar que la sola existencia de las denominaciones *conocimiento especializado*, *lenguas* o *lenguajes de especialidad* y *textos especializados* evidencia

una serie de características que diferencian la comunicación especializada de la comunicación general. De acuerdo con Cabré (1999: 153-154), estas características hacen referencia a la temática, a los interlocutores y a las situaciones en que se desenvuelve la comunicación.

De una parte, la temática, cuando esta se refiere ámbitos de conocimiento restringidos que no forman parte del conocimiento general y que precisan de un proceso de aprendizaje particular, constituye una de las especificidades del proceso comunicativo que lo dotan de ese carácter especializado. De otra parte, los interlocutores, concretamente los emisores del mensaje, con sus conocimientos específicos en la temática, adquiridos mediante el aprendizaje académico o profesional, pueden actuar como productores de comunicaciones especializadas. Por último, la propia situación en que tiene lugar la comunicación puede ser un factor indicativo de su carácter especializado, para ello debe tener un propósito específico, ya sea evaluar, describir, argumentar, ordenar, clasificar, etc., sobre la base de mantener su naturaleza referencial, esto es, la transmisión de información.

Empezábamos este punto diciendo que el objeto de estudio de la terminología era la comunicación especializada, si bien como acabamos de ver esto se traduce en analizar los recursos al alcance de los especialistas para la representación y la transmisión del conocimiento y la información especializada. Para ello, la terminología, como materia interdisciplinar, debe recurrir a teorías procedentes de disciplinas diversas para describir nociones de base en el estudio de los conceptos de especialidad como *conocimiento especializado*, *lenguas de especialidad* y *textos de especialidad*.

El interés por el estudio del concepto de especialidad en el conocimiento, la lengua y el texto se ha incrementado en los últimos años gracias a tres factores fundamentales tal y como señalan Cabré y Gómez de Enterría (2006: 9):

Este importante incremento obedece [...] en primer lugar, a la importancia que en la sociedad actual tienen las especialidades en general y al valor de la acumulación de información sobre ellas. En segundo lugar, a las necesidades sociales del mundo de hoy en materia de plurilingüismo, generadas por las exigencias ineludibles de transferencia constante de productos y conocimiento. Y en tercer lugar, al nuevo papel que juega hoy la lingüística aplicada en el marco de la lingüística general en el que ha conseguido hacerse un lugar importante gracias a la reivindicación constante de su importancia social por parte de sus seguidores y al reconocimiento de su utilidad por parte de los gestores de conocimiento e investigación.

Como consecuencia de este incremento en la producción de textos de especialidad y del interés despertado por su estudio, existe una amplia gama de denominaciones diferentes para referirse a la forma más frecuente *lenguas de especialidad*. De acuerdo con Cabré y Gómez de Enterría (ibíd.), las denominaciones *lenguajes de especialidad*, *lenguas para fines (o propósitos) específicos* y *lenguajes especializados* hacen referencia al conjunto de recursos expresivos –lingüísticos y no lingüísticos– seleccionados de sistemas expresivos más amplios de acuerdo con unas necesidades representativas y comunicativas propias de un tipo de situación de comunicación. Esta diversidad de denominaciones responde a tradiciones o puntos de vista diferentes sobre el objeto y no debe entenderse como una diferenciación entre sistemas lingüísticos (Ciapuscio 2003: 25). En nuestro trabajo optamos por la denominación de *lenguas de especialidad*, para referirnos al sistema de signos, y *textos de especialidad*, para hacer referencia a su objeto de estudio.

2.1.3. Perspectivas de estudio de la comunicación especializada

No obstante, más allá de estas cuestiones, cabe destacar las aproximaciones más relevantes al estudio de la comunicación especializada, en concreto del conocimiento especializado, las lenguas y los textos de especialidad desde diversos puntos de vista: la orientación léxica, la filosófica, la traductológica y las procedentes de la lingüística funcional y de la estilística funcional (Hoffmann 1998).

El punto de vista léxico ha tratado de satisfacer la necesidad creciente de encontrar denominaciones para los nuevos conocimientos y descubrimientos científicos y técnicos, mientras que el enfoque filosófico se ha ocupado, por su parte, de las funciones cognitiva y comunicativa de las lenguas de especialidad, del papel del lenguaje natural a la hora de fijar el conocimiento y comunicarlo o la relación de este con los procesos de creación de lenguajes artificiales.

La teoría traductológica ha abordado también el estudio de las lenguas de especialidad y, en concreto, la importancia del trabajo terminológico como puente entre el especialista y el lenguaje. Se encarga, por tanto, de analizar las nociones de concepto, denominación o equivalencia pero sin desligarlas de las características sintácticas y morfológicas que, como parte del texto especializado, le son inherentes.

Desde la lingüística funcional, se conciben las lenguas de especialidad como sistemas de recursos de expresión que sirven para un fin determinado a partir de la comunicación y los contenidos, es decir, se trata de realizaciones concretas del lenguaje en función del agente, los ámbitos de aplicación y el tipo de enunciado, elementos que responden a un condicionamiento social y que caracterizan las lenguas de especialidad como usos restringidos del lenguaje.

Desde el punto de vista de la estilística funcional, la clasificación de los estilos funcionales supone un criterio más para la clasificación de los lenguajes funcionales, es decir, para los objetivos globales del conjunto de recursos lingüísticos (Hoffmann 1998).

Hoffmann (1987) contribuye al panorama investigador sobre las lenguas de especialidad con su teoría de los sublenguajes. Aunque esta propuesta tiene en consideración el contenido comunicativo de los textos de especialidad, se centra en los enfoques anteriores a la TCT, de acuerdo con los cuales entiende las lenguas de especialidad a modo de sublenguajes, esto es, como un medio de comunicación relativamente independiente respecto de un lenguaje común.

2.1.4. La diferencia entre lo general y lo especializado

Una vez aclarada la diversidad terminológica existente, varios autores (Cabré 1999b; Ciapuscio 2003) han identificado también una dificultad al intentar establecer dicotomías entre la lengua general y las lenguas especializadas, aunque solo haya sido para sistematizar su estudio.

Para Cabré, no podemos desvincular claramente las lenguas de especialidad de la lengua general ni desde la perspectiva semiótica ni desde la del lenguaje natural. Así,

las unidades terminológicas se conciben como unidades del léxico de las lenguas que adquieren un sentido preciso cuando se usan en contextos profesionales definidos temáticamente (Cabré 2007: 83).

De una parte, las lenguas de especialidad constituyen sistemas para la transmisión y el intercambio de información que recurren a varios códigos al mismo tiempo; de otra parte, no pueden funcionar de una manera completamente autónoma respecto de la lengua natural (Cabré 1999b: 59; 2007). De ahí que no haya “un corte de navaja que

pueda distinguir claramente lenguaje común de lenguajes especiales y lenguajes especiales entre sí” (Ciapuscio 2003: 28).

Por otro lado, está la opinión de aquellos que como Sager, Dungworth y McDonald (1980: 2) piensan que es posible una separación nítida de lengua general y lengua especializada mediante la división de esta en subconjuntos especializados atendiendo a razones gramaticales, semánticas y pragmáticas.

Pese a esta divergencia, parece existir una tendencia que concibe las lenguas de especialidad en términos de *continuum* (Ciapuscio 2003), es decir, a no establecer fronteras bien delimitadas entre ambos sistemas lingüísticos. En efecto, como avanzábamos anteriormente, no se trata de sistemas diferentes sino de sistemas íntimamente relacionados mediante una serie de elementos pragmáticos, funcionales y lingüísticos que unifican su diversidad y que admiten zonas de transición y superposición. “Las distintas lenguas de especialidad constituyen un *continuum* en el que pueden distinguirse las distintas áreas temáticas” y diferentes niveles dentro de cada una de ellas que se articulan y definen operativamente las lenguas de especialidad a partir de la combinación de criterios discursivos, cognitivos y lingüísticos (Cabré y Gómez de Enterría 2006: 19-20).

En consecuencia, “un texto especializado se define por su desviación respecto al estándar de comunicación” y son precisamente los criterios que acabamos de mencionar los que dotan el texto de un carácter especializado o no, pues la temática únicamente orienta la probabilidad de que lo sea, si bien no es condición ni necesaria ni suficiente (ibíd.). Así, entre las nuevas corrientes de investigación terminológica surgen voces discordantes respecto de los seguidores de los postulados clásicos de la terminología y que, como Cabré (2007), proponen una teoría integradora que describa la realidad de la comunicación especializada y sus recursos para la representación del conocimiento.

Para caracterizar un texto como especializado o no, Cabré (2002: 26) propone analizar los elementos que configuran la situación de partida, centrándose en las condiciones de producción: productor o emisor, destinatarios, organización general de sus estructuras y la selección de las unidades de nivel léxico. Este análisis debe llevarse a cabo desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, la lingüística y las ciencias de la

comunicación social, que expliquen la especificidad de las lenguas de especialidad como subconjuntos pertenecientes y afectados por la naturaleza del lenguaje natural.

De esta manera, desde el punto de vista de la cognición, disciplinas como la Filosofía, la Psicología y la Lingüística cognitiva se ocupan de establecer criterios para distinguir entre conocimiento especializado y conocimiento general a través de: *a)* los conceptos representados en los textos de especialidad, *b)* las posibles inferencias a partir de la información codificada y *c)* la abstracción de características de modo que permitan hacer representaciones mentales de la realidad e identificar la condición y el nivel de especialización de un texto (Cabré et al. 2001: 174). En definitiva, tratan de explicar la conceptualización de la realidad a partir de teorías del conocimiento que permitan dar cuenta del papel de las funciones cognitivas básicas –percepción, atención, memoria y aprendizaje– en la adquisición y fundamentación del conocimiento (Estany 2001).

En opinión de estos autores y aunque no existen límites bien definidos entre conocimiento general y conocimiento especializado –como tampoco los hay entre textos de la lengua general y textos de lenguas de especialidad–, es posible distinguir una serie de diferencias entre ambos tipos de conocimiento.

Tabla 1. Diferencias entre conocimiento general y conocimiento especializado

Conocimiento general	Conocimiento especializado
Común de una cultura aprendido en la convivencia social	Creado por especialistas para estructurar un determinado ámbito de conocimiento
Aprendido y consolidado de forma no sistemática	Adquirido mediante proceso consciente y en marco de instrucción explícito
Organizador y cohesionador de la información basado en tradiciones y sin estructura global consensuada	Cohesionador en el contexto de un grupo que comparte los supuestos y les da validez en consenso
Se transmite mediante el lenguaje general y no escapa a su dinamismo, ambigüedad, connotación y variación.	Se transmite mediante los lenguajes especializados, que conllevan la presencia de unidades terminológicas y unidades de conocimiento especializado, es decir, mecanismos de referencia especial.

Desde el punto de vista de la lingüística, las lenguas de especialidad constituyen subconjuntos de una determinada lengua y como tales, suponen sistemas complejos y heterogéneos interrelacionados. Para una caracterización lingüística de las lenguas de especialidad, por tanto, debemos establecer un análisis de las unidades pertenecientes a los distintos niveles de lengua: fonológico, morfológico, léxico, sintáctico y discursivo (Cabré 1999a).

Al mismo tiempo hay que estudiar las unidades terminológicas en su contexto natural, es decir “los textos orales o escritos producidos por los especialistas o sus mediadores comunicativos” (Cabré 2001: 303), puesto que la única diferencia entre las unidades terminológicas usadas en los ámbitos de especialidad y las unidades léxicas no especializadas es el contenido y el uso, dicho de otro modo, sus condiciones cognitivas y pragmáticas.

Desde el punto de vista de las ciencias de la comunicación, las lenguas de especialidad son el reflejo de la interacción social y, en consecuencia, los textos de especialidad, lejos de ser meras unidades lingüísticas, son un modo de expresión social y cultural, el punto de encuentro entre la lengua y una realidad multidimensional y cambiante. En este sentido, las ciencias de la comunicación han centrado su atención en el conocimiento del mundo real que transmiten las lenguas de especialidad, así como en las normas sociales de uso de la lengua reflejadas en los textos de especialidad. Estos, además de tener un carácter cognitivo y lingüístico, ponen de manifiesto su naturaleza comunicativa mediante sus características pragmáticas (Cabré 1999a).

2.2. Nuevas aproximaciones al estudio de la Terminología

Como hemos visto, son diversas las aproximaciones desde las que se ha intentado dar cuenta de las distintas vertientes de las lenguas de especialidad y, por consiguiente, no solo Hoffmann, sino varios investigadores del ámbito de la terminología han procurado ofrecer una visión general que englobe los aspectos lingüísticos, cognitivos y comunicativos de los conceptos. En este punto, nos detendremos en las características principales de dos de los paradigmas terminológicos que mejor describen la dimensión social y comunicativa de la Terminología: la Teoría Comunicativa de la Terminología y la aproximación sociocognitiva, según las cuales toda descripción terminológica debe dar cuenta de cómo se usan los términos en contextos comunicativos. Más adelante nos centraremos en sus aportaciones al estudio de los grados de especialidad (véase § 2.3).

2.2.1. La Teoría Comunicativa de la Terminología

Las tres perspectivas –lingüística, cognitiva y comunicativa– desde las que se puede abordar el estudio de la Terminología, concretamente de las lenguas y los textos de especialidad, quedan perfectamente integradas en un nuevo paradigma que recoge las

cuatro vertientes fundamentales que definen la Terminología: como necesidad, como práctica, como recursos o aplicaciones y como campo de conocimiento (Cabré 2005).

Este paradigma se ha denominado Teoría Comunicativa de la Terminología (TCT), concepción iniciada por Teresa Cabré Castellví y desarrollada por el grupo IULATERM del Instituto Universitario de Lingüística Aplicada de la Universidad Pompeu Fabra. Según la propia investigadora (Cabré 2007), la TCT ha podido desarrollarse gracias a los cambios que han surgido en la lingüística, y que podrían resumirse en los siguientes:

- el desarrollo de la Lingüística cognitiva;
- el reforzamiento del papel del léxico en la gramática;
- el resurgimiento de la semántica;
- la importancia y difusión de la pragmática;
- el desarrollo de la Lingüística textual y del Análisis del discurso;
- la revalorización de la lingüística aplicada como una vertiente de la Lingüística;
- el desarrollo de la Lingüística de corpus y de la Lingüística computacional.

La TCT supone, por tanto, una reacción lógica frente al reduccionismo y la excesiva uniformización a la que se había querido someter esta disciplina según los principios wüsterianos de universalidad que marcaban el estudio de la Terminología, en la concepción que ha venido a denominarse Teoría General de la Terminología (TGT).

Aunque la TCT no constituye una ruptura drástica con las líneas de pensamiento anteriores, sí que ha tratado de ampliar horizontes en la investigación terminológica para poder analizar la complejidad de las unidades terminológicas en el marco de la comunicación especializada (Cabré 1999b: 69).

Esta reacción viene dada por una serie de cambios en la consideración política y social de las lenguas, que pusieron en tela de juicio los valores que hasta las dos últimas décadas del pasado siglo XX eran aceptados por la comunidad científica. Entre los cambios que propiciaron una nueva concepción teórica y práctica de la terminología se encuentran, según Cabré (2005):

- la multiplicación de los intercambios comunicativos plurilingües;

- la diversificación de las situaciones de comunicación especializada;
- la multiplicación de los temas de intercambio internacional;
- la difusión del conocimiento especializado a través de los medios de comunicación de masas;
- la aparición e implantación de las nuevas tecnologías en los entornos profesionales.

Estos factores llevaron a la revisión de los postulados de la TGT dando lugar al enunciado de nuevos principios sobre cuestiones como la poliedricidad de los términos, la variación denominativa o la comunicación especializada en el marco de una visión comunicativa de la terminología.

Así, para la TCT (Cabré 1999a; 1999b; 2005) la Terminología es una materia interdisciplinar que debe explicarse desde una Teoría del lenguaje insertada en una Teoría de la comunicación y del conocimiento. Por consiguiente, las USE tienen un carácter poliédrico, en tanto se puede acceder a ellas por las puertas de la lingüística, la ciencia cognitiva y las ciencias de la comunicación social. Las unidades terminológicas son prototípicas en la representación del conocimiento y admiten variación; contemplan los fenómenos de polisemia y sinonimia como fruto de la variación denominativa que afecta a las unidades terminológicas, que no pertenecen a ningún ámbito en particular sino que, como cualquier unidad léxica de la lengua general, se usan con rasgos especializados propios de ese ámbito en cuestión. El significado no es un conjunto predefinido y encapsulado de información sino una selección específica de características semánticas según las condiciones de cada situación de uso.

Un aspecto muy importante que destaca la TCT es la consideración de los términos como unidades de forma y contenido; en consecuencia, esta debe proporcionar una descripción de las unidades en toda su amplitud pues

un contenido puede ser expresado con mayor o menor rigor por otras denominaciones del sistema lingüístico –y constituye así una nueva unidad lingüística de contenido especializado– o de otros sistemas simbólicos –y conforma una unidad no lingüística de contenido especializado (Cabré 1999b: 123).

Estas unidades no lingüísticas de contenido especializado o USE no lingüísticas son equiparables a los términos como recursos naturales para la representación del

conocimiento, en particular del conocimiento especializado, por lo que la mayor parte de los principios de la TCT aplicables a las unidades terminológicas lo son también a los diferentes tipos de USE no lingüísticas como las ilustraciones, los símbolos, las fórmulas, etc.

Al igual que la Lingüística, la Terminología debe aportar una teoría del léxico que explique el papel del término como materialización de la unidad léxica en el discurso; la Teoría de la comunicación como otro de los componentes, debe proporcionar una descripción procedente de la semiótica que dé cuenta del papel de las USE no lingüísticas como parte del discurso especializado.

Estas, como los términos, poseen además de valor representativo una función comunicativa, que se pone de manifiesto tras un proceso de conceptualización, de acuerdo con el cual las USE no preexisten en un ámbito de conocimiento sino que se utilizan en ellos en función de una serie de condiciones pragmáticas, por lo que admiten diversos puntos de vista o dimensiones. Este carácter multidimensional, del que hablaremos más adelante, supone distintos enfoques de conceptualización y la activación de unos u otros rasgos a partir del ámbito de conocimiento en que se esté empleando la USE en cuestión (Cabré 2001).

Para identificar más fácilmente las unidades de análisis de nuestro estudio aplicaremos, en el apartado § 3.2, los principios teóricos y metodológicos de la TCT a los textos de especialidad, de los que ya hemos hablado de forma general, y a las ilustraciones como recurso alternativo para la representación del conocimiento especializado.

Pese a todo lo anterior, el modelo lingüístico sobre el que se sustenta la TCT no se entiende en tanto que no explica cómo se crean las representaciones de los conceptos especializados ni deja clara la posición del enfoque comunicativo en relación a los modelos semánticos que propone.

2.2.2. La aproximación sociocognitiva

La TCT recoge dos aspectos realmente importantes a la hora de explicar su concepción de la Teoría terminológica, el procedente de la Ciencia cognitiva y el de las Ciencias de la comunicación social, con la finalidad de completar la visión puramente lingüística

con la que tradicionalmente se venían tratando las unidades terminológicas. Sin embargo, el giro definitivo hacia los aspectos cognitivos queda patente en la Terminología sociocognitiva de Temmerman (2000), que recoge ideas básicas de la Lingüística cognitiva y la Psicología en relación con la estructura categorial del lexicon y la descripción de los conceptos especializados.

La aproximación sociocognitiva pretende describir aquellos aspectos que intervienen en el proceso de comprensión de las lenguas de especialidad, con el fin de proponer mediante una Teoría de la comprensión los fundamentos cognitivos que sustenten las directrices para una nueva metodología en la investigación terminológica y terminográfica. De acuerdo con esta concepción, la Terminología sociocognitiva parte de una serie de principios teóricos (Temmerman 2000: 223):

- a) el concepto como unidad de comprensión generalmente con una estructura prototípica configurada en categorías;
- b) el conocimiento, por tanto, presenta una organización en forma de evento, cuyas unidades mantienen una estructura intracategorial e intercategorial que funciona en modelos cognitivos;
- c) la información relevante para la definición terminológica depende del tipo de unidad de comprensión, así como del nivel y tipo de especialización de emisor y receptor;
- d) sinonimia y polisemia son fenómenos funcionales del proceso de comprensión de la información especializada y deben ser descritos;
- e) las unidades de comprensión están en continua evolución y forman parte de modelos cognitivos que participan en el desarrollo de nuevas ideas.

De todos estos principios, merece especial atención el hecho de que contemple marcos de comprensión o de conocimiento integrados por diferentes módulos de información en función del tipo de unidad de comprensión y de factores como el punto de vista desde el que se percibe dicha unidad. Ello permite explicar más adelante la configuración de los dominios de conocimiento especializado a modo de eventos complejos, compuestos por categorías y relaciones que activan diferentes facetas de

conocimiento, atendiendo al carácter multidimensional de los conceptos, según las condiciones pragmáticas en que se circunscribe la situación comunicativa.

En cualquier caso, este paradigma también presenta algunos problemas como la vaguedad de las *unidades de comprensión*, la incompatibilidad de las ontologías con la estructura de prototipos, los modelos cognitivos idealizados o las categorías radiales y la escasa atención prestada a los aspectos sintácticos de los términos.

2.2.3. Gestión terminológica orientada al proceso

La gestión terminológica orientada al proceso (GTOP) ha sido aplicada con éxito a dos proyectos de investigación, OncoTerm y PuertoTerm¹, y parte de los postulados de la Semántica de marcos (Fillmore 1982) y el Modelo lexemático-funcional o lexemático-gramatical (Martín Mingorance 1989; Faber y Mairal 1999).

La GTOP parte de la propuesta de conceptualización situada de Barsalou (2003) y de la terminología basada en marcos de Faber (Faber, Márquez y Vega 2005; Faber et al. 2006; Faber et al. 2007). Según Barsalou, el sistema conceptual humano genera representaciones contextualizadas. Este enfoque sustituye una visión estática de la organización del conocimiento en el sistema conceptual humano por un sistema de representación dinámico y orientado al proceso que incluye categorías organizadas de acuerdo con su finalidad. De esta manera es posible identificar el rol semántico de los diferentes actores que intervienen en la secuencia de acciones que configuran el proceso.

Tomando como referencia la terminología basada en marcos, la GTOP propone una organización conceptual basada en marcos de las áreas de conocimiento de acuerdo con la cual un marco dinámico y orientado al proceso proporciona la base conceptual para la localización de sub-jerarquías de conceptos dentro del evento de un dominio de especialidad. Se centra en tres aspectos fundamentales de interés: 1) la organización conceptual que subyace a cualquier recurso de conocimiento, 2) la naturaleza

¹ Proyectos I+D llevados a cabo por el grupo de investigación HUM-122 *Lexicografía contrastiva: aplicaciones a la traducción* del Departamento de Traducción e Interpretación de la Universidad de Granada.

multidimensional de las representaciones conceptuales y 3) la extracción de conocimiento mediante corpus multilingües (Faber et al. 2006: 190).

La identificación de la estructura conceptual de un dominio de especialidad es especialmente útil en Terminología, sobre todo a la hora de diseñar bases de datos terminológicas en las que los términos están vinculados a una ontología² de conceptos. De hecho, la línea de gestión terminológica basada en el conocimiento del proyecto OncoTerm (Faber, López y Tercedor 2001; Moreno y Pérez 2000; Pérez 2002) ya puso de manifiesto la importancia de las ontologías y las bases de conocimiento en el trabajo terminográfico, al igual que haría después la aproximación denominada *Termtography* de Temmerman (Temmerman y Kerremans 2003).

Asimismo, el significado de los conceptos especializados está vinculado a un conjunto de información contextual que podemos extraer mediante el análisis de un corpus. El concepto básico que subyace a este enfoque lingüístico es el marco. Podemos decir que el marco representa un tipo de situación o contexto en el que los elementos participantes se contrastan entre sí y pueden clasificarse como una función de las relaciones existentes entre dichos elementos.

Hasta hace poco, el concepto de marco no se había aplicado a la lexicografía especializada. Sin embargo, los proyectos mencionados anteriormente permitieron utilizar los marcos para codificar la información contextual dentro de entradas terminográficas. Esta organización basada en marcos, que detallaremos en § 2.2.4, permite describir el potencial combinatorio de una unidad léxica o, en nuestro caso, de una ilustración en textos de diferente grado de especialidad. Al mismo tiempo, tiene en cuenta la importancia de la convergencia de información gráfica y lingüística para la activación de las relaciones conceptuales lexicalizadas en la definición. Tanto la definición terminográfica como la ilustración deben representar estas relaciones conceptuales.

² Pérez (2002) define ontología como un conjunto de conceptos organizados jerárquicamente, representados en algún sistema informático cuya utilidad es la de servir de soporte a diversas aplicaciones que requieren de conocimiento específico sobre la materia que la ontología representa.

El hecho de establecer un vínculo entre información conceptual y gráfica partiendo de un marco definicional prototípico del dominio de especialidad proporciona una descripción y comprensión completas de los conceptos especializados para resaltar su carácter multidimensional dentro de un sistema de conceptos complejos y dinámicos. De este modo se garantiza la sistematicidad y coherencia tanto a nivel macroestructural como microestructural.

Como vemos, la multidimensionalidad de los conceptos es otro de los aspectos a los que mayor importancia concede la GTOP. Faber et al. (2007: 41) conciben la multidimensionalidad como las diversas maneras de describir y representar un concepto o dominio de especialidad, a través de relaciones jerárquicas y no jerárquicas, esto es, las múltiples posibilidades de organizar diferentes conceptos que representan la misma realidad física dentro de un sistema único (Rogers 2004: 218).

Esta noción ha cambiado la manera de describir los conceptos, pasando de estructuras con un inventario de relaciones conceptuales bastante restringido a un sistema que ha venido a denominarse *heterárquico*, es decir, una organización conceptual basada en nodos interconectados que describa los conceptos de una forma flexible, modular y dinámica y que dé cuenta de las múltiples formas de representación posibles (Rogers 2004: 216).

De acuerdo con esta autora, la construcción de sistemas de conceptos que reflejen esta multidimensionalidad pasa por considerar el texto una parte indispensable del análisis terminológico, tanto con una finalidad práctica como teórica, pues los profesionales de las lenguas de especialidad encuentran en la contextualización de los términos mucha información lingüística (especialmente semántica) y conceptual. Gracias a la gran cantidad de textos electrónicos accesibles en la red y al acelerado desarrollo de la sociedad de la información y el conocimiento, que ha dado lugar a un buen número de herramientas de análisis textual, el estudio de extensas colecciones de textos se ha revelado como un procedimiento útil tanto para lexicógrafos como para terminógrafos.

Así, la extracción de conocimiento mediante corpus multilingües permite estudiar la lengua y, por ende, las lenguas de especialidad, en el uso que de ellas hacen sus productores naturales o quienes las emplean para comunicarse (Pérez 2002). Se trata de

la metodología empleada por la GTOP para la creación de bases de datos terminológicas basadas en el conocimiento, es decir, para identificar los conceptos pertinentes de un dominio de especialidad, sus características e interrelaciones.

De este modo, la extracción de información conceptual a partir de textos especializados hace posible la elaboración de jerarquías terminográficas representativas de la estructura conceptual subyacente que pongan de relieve el carácter multidimensional de los conceptos pertenecientes a dominios de especialidad dinámicos y cambiantes (Faber, López y Tercedor 2001: 170; Faber et al. 2007: 43).

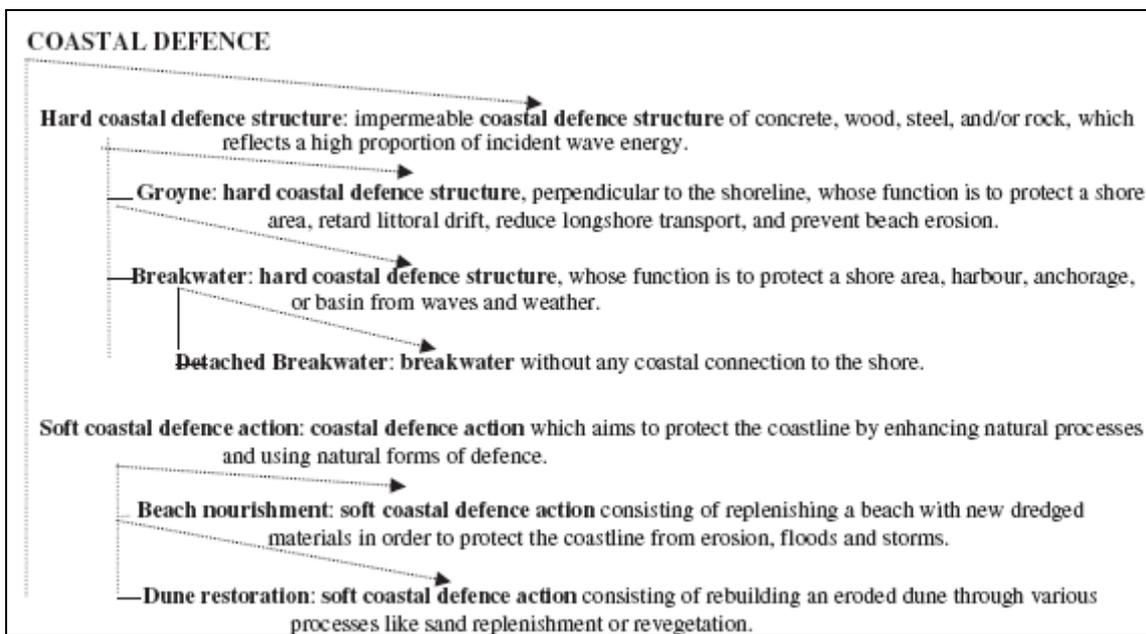


Ilustración 1. Jerarquía terminográfica para COASTAL DEFENCE (Faber et al. 2007: 43)

Además de sus tres focos de atención principales, la GTOP es consciente de la amplia variedad de recursos lingüísticos en formato electrónico que ha contribuido a avivar el debate sobre los mecanismos de representación del conocimiento. Según Tercedor y Abadía (2005), tales estructuras conceptuales en forma de eventos y marcos ayudan a conceptualizar la ciencia en forma de representaciones mentales sobre las que la información gráfica influye significativamente mejorando significativamente la comprensión de un concepto.

Mediante la inclusión de ilustraciones en una base de datos multimedia a modo de tesoro visual de conceptos, se pretende facilitar la comprensión de información especializada por parte de comunicadores especializados dado que el componente

representativo de las imágenes (que puede verse afectado por sesgos de índole sociocultural) es muy relevante en los procesos de comprensión y categorización implicados en la traducción científica y técnica y en la generación de recursos terminológicos.

Como ya sabemos, las ilustraciones son recursos visuales para la representación y transferencia del conocimiento especializado que facilitan la comprensión de un sistema científico (Mayer y Gallini 1990) y, por tanto, es necesario su análisis a partir de su función en la estructura conceptual y en la percepción y recepción por parte del usuario en lo que respecta a su relación con el concepto representado o con el texto del que forman parte (Tercedor, López y Robinson 2005).

2.2.4. Semántica de marcos

La Semántica de marcos supone la evolución de la Gramática de casos de Charles J. Fillmore y postula que no es posible aprehender el significado de una unidad léxica si no es a través del conocimiento que rodea esa palabra. Los marcos se basan en nuestro conocimiento sobre el mundo, de modo que es necesario activar las relaciones que vinculan un concepto con los demás por medio de una estructura coherente para obtener una comprensión completa.

Así, Fillmore define el marco como una representación esquemática de un escenario conceptual en el que un único concepto evoca el sistema completo (Fillmore, Johnson y Petruck 2003). A pesar de que muchos han visto en la Semántica de marcos solo un modelo para la organización del conocimiento en esquemas de representación semántica, la GTOP concibe el marco como una estructura flexible y dinámica que puede moldearse en función de las necesidades de los usuarios, más que como un listado predefinido y cerrado de las características de un concepto (Martin 2006).

Esta flexibilidad de las estructuras de conocimiento es clave para definir su carácter multidimensional, en virtud del cual es posible focalizar diferentes perspectivas (haciendo hincapié en una determinada relación conceptual) dentro del mismo sistema de conceptos. De este modo, las imágenes constituyen un recurso más flexible que los términos para la transferencia del conocimiento experto y un elemento evocador del marco del que forma parte (Fernandes 2004).

De hecho, la inclusión de imágenes como mecanismo visual de representación del conocimiento en recursos de gestión terminológica, tales como bases de datos, permite evocar y activar la estructura conceptual del dominio de forma más rápida y complementaria a la información semántica, sintáctica y pragmática codificada textualmente en cada entrada terminológica.

De acuerdo con Faber, Márquez y Vega (2005), los dominios de conocimiento especializado pueden presentarse como configuraciones de eventos complejos, es decir, como una organización conceptual general y flexible en la que tienen cabida todos los conceptos del área de especialidad. Esto es especialmente relevante en el caso de los dominios científicos que se suelen caracterizar por su naturaleza cambiante y cuyas categorías conceptuales están orientadas a representar procesos. En consecuencia, debemos entender los conceptos especializados como elementos interrelacionados de un proceso dinámico, integrados en una estructura única, tal y como puede deducirse del análisis del corpus (véase § 6.2).

Esta configuración en forma de eventos es de especial relevancia no solo para lexicógrafos y lexicólogos, entendida como una forma de representación del conocimiento especializado, sino para traductores y redactores técnicos, quienes, desde el punto de vista del usuario, podrían recibir los productos lexicográficos en un formato que les permitiría la comprensión de los marcos semánticos y estructuras conceptuales que subyacen al uso de las unidades terminológicas (Faber et al. 2006). Asimismo, conocer la estructura conceptual que subyace a determinado dominio permite organizar la información especializada desde el punto de vista onomasiológico en las distintas categorías de datos de los productos terminográficos. El hecho de utilizar un formato electrónico permite también búsquedas semasiológicas.

El proyecto OncoTerm permitió configurar un sistema de gestión de la información en el dominio de la Oncología Médica cuyos conceptos pertinentes se configuraron siguiendo las categorías del Evento Médico (OncoTerm 2002).

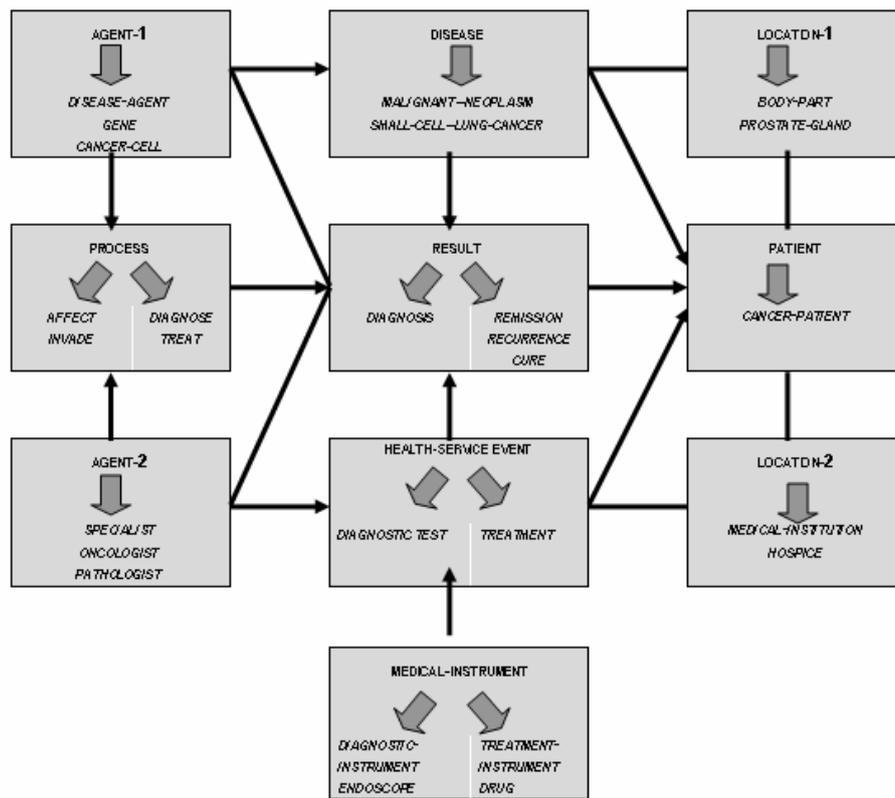


Ilustración 2. Evento médico oncológico (Faber 2002)

El Evento Médico refleja la estructura interna de cada categoría conceptual mediante la especificación de los distintos tipos de información relativos a las características de los conceptos del dominio de la Oncología y a las entidades del mundo real que pueden pertenecer a cada categoría, tras un exhaustivo análisis de sus esquemas definicionales. (López, Tercedor y Faber 2006).

La aplicación de este modelo teórico se encontró sumamente útil dada la orientación de OncoTerm y PuertoTerm pues, como hemos visto, permite identificar las grandes categorías conceptuales a partir de cuya interrelación puede reproducirse la estructura conceptual en torno a la cual se organiza el dominio de especialidad.

La Ingeniería de puertos y costas y la Gestión integrada de zonas costeras son disciplinas relativamente recientes que han experimentado en los últimos años una notable evolución científica debido al desarrollo de nuevas técnicas de construcción, explotación y gestión de estructuras y recursos marítimos. La elección de estos dominios para su estudio en PuertoTerm y MarcoCosta responde, en consecuencia, a la

necesidad de revisar y actualizar su terminología mediante un sistema de representación conceptual que facilite la comunicación entre expertos.

En estas disciplinas se ha propuesto una representación global del dominio basada en marcos: el Evento de Ingeniería de puertos y costas. El CEE (*Coastal Engineering Event*) se caracteriza por su dinamismo y multidimensionalidad, ya que los componentes de la Ingeniería de Costas participan en procesos difíciles de describir a través de simples árboles conceptuales (Faber, Márquez y Vega 2005).

The Coastal Engineering Event

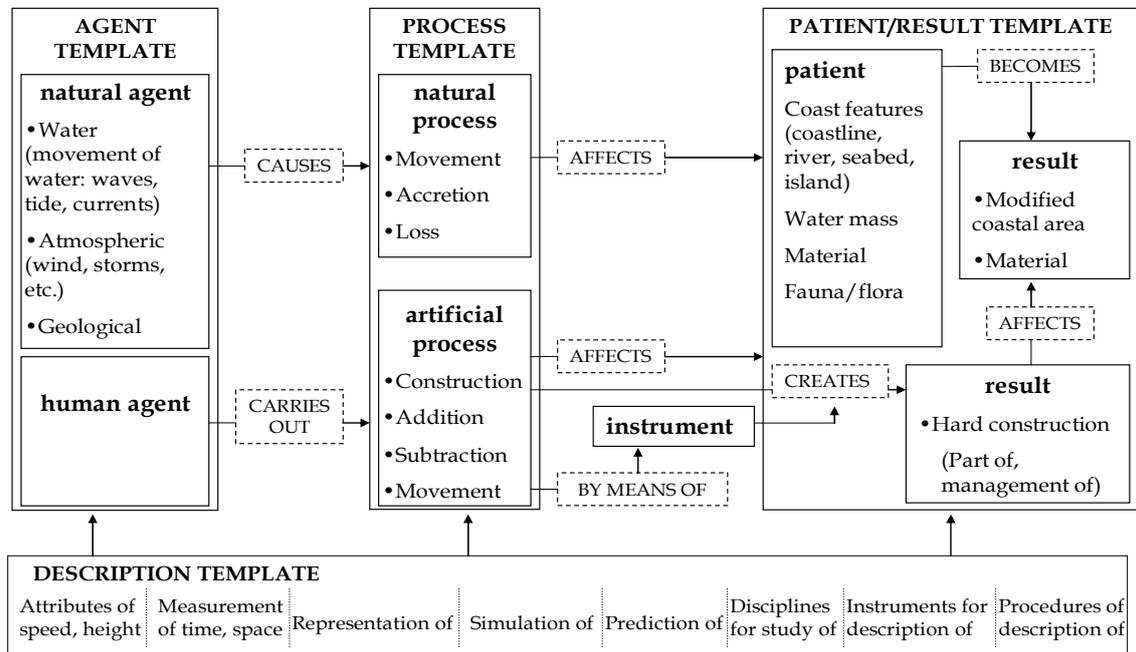


Ilustración 3. Evento de Ingeniería de puertos y costas (Faber et al. 2006: 194)

El CEE describe una serie de PROCESOS iniciados por un AGENTE (natural o humano) que afecta a otra entidad con función de PACIENTE (las entidades que conforman la costa) y produce un RESULTADO. Estas macrocategorías conceptuales (y algunas otras como INSTRUMENTO, DISCIPLINA, etc.) y las relaciones conceptuales entre ellas sirven para articular el resto de conceptos de este dominio, así como marcos conceptuales subordinados que pongan de manifiesto el carácter multidimensional de los conceptos.

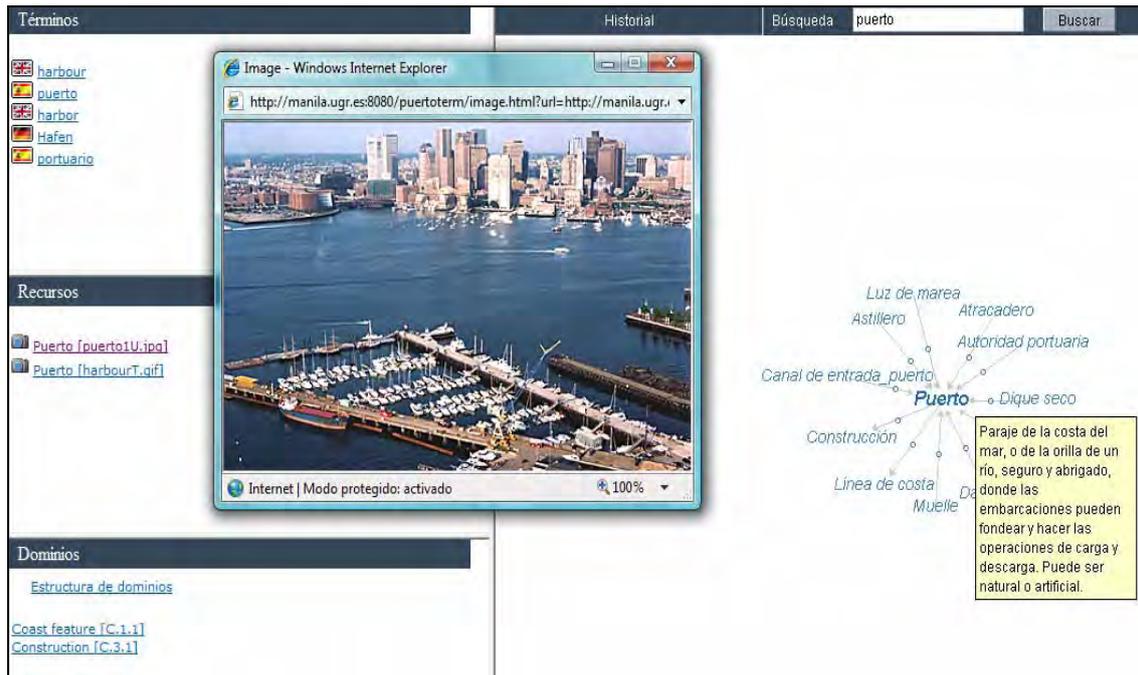


Ilustración 4. Tesauro visual de PuertoTerm

La Ilustración 4 muestra los conceptos asociados a PUERTO en el tesauro visual resultante de aplicar la configuración de evento dinámico y marcos a la base de datos terminológica basada en el conocimiento de los proyectos MarcoCosta y PuertoTerm³. Estos conceptos se ubican en los subdominios COASTAL FEATURE y CONSTRUCTION y, a su vez, evocan la macrocategoría PACIENTE y RESULTADO.

De entre los marcos más destacables en el dominio de Ingeniería de puertos y costas, encontramos el del OLEAJE (Prieto 2007a y 2007b: 362). Como puede apreciarse, esta estructura constituye en sí misma un marco dentro de una estructura conceptual superordinada más amplia (el CEE) y supone una representación dinámica del conocimiento global (Faber 2005: 30) de la que hereda su configuración de evento y sus macrocategorías (AGENTE, PROCESO, PACIENTE/RESULTADO, DESCRIPCIÓN).

³ La base de datos de PuertoTerm ha sido creada con la herramienta ThinkMap Visual Thesaurus™ que permite diseñar bases de datos terminológicas a modo de tesauro visual. Cuenta con una interfaz interactiva que permite al usuario consultar el tesauro por conceptos relacionados.

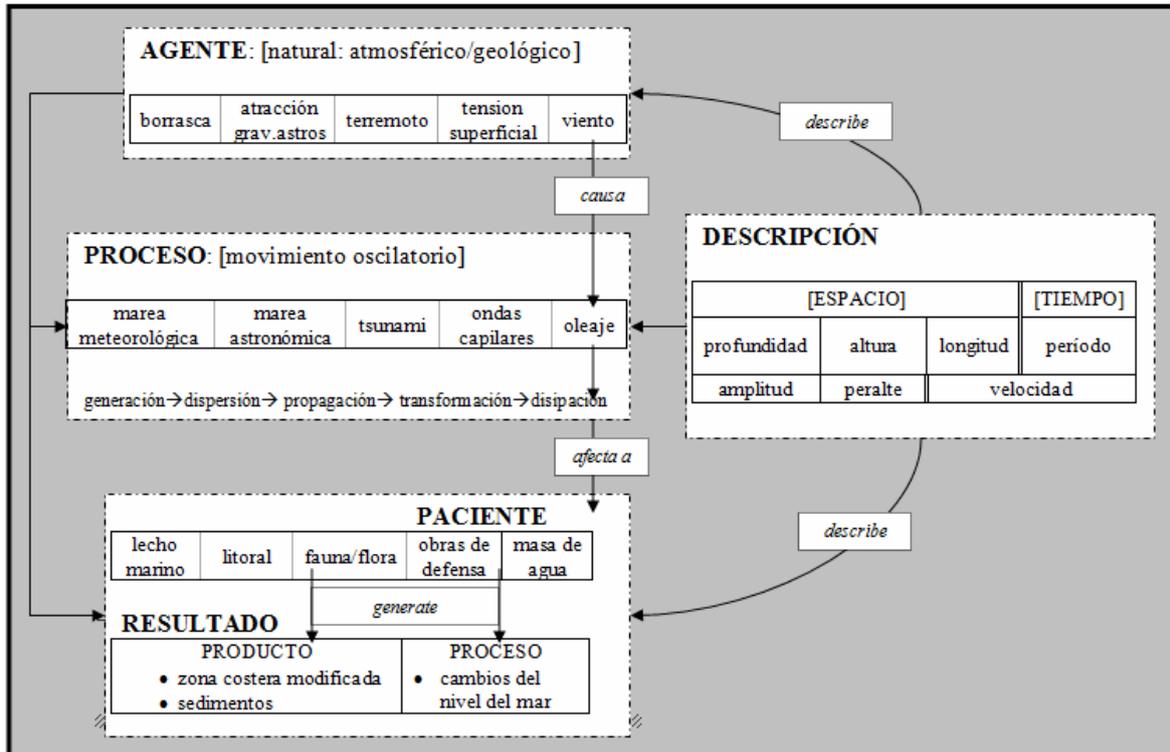


Ilustración 5. Suceso OLEAJE

A la hora de asociar un evento subordinado (OLEAJE) a un macroevento como el CEE, existen diversas consideraciones que debemos tener en cuenta, a saber: la identificación de las unidades terminológicas, de los elementos integrantes del suceso, de las diferencias interlingüísticas, la valencia de la entidad principal, así como de las relaciones con otros sucesos (Faber et al. 2006).

En este orden de cosas, las unidades terminológicas que se integran bajo los esquemas cognitivos anteriormente descritos pueden enfocar el marco desde perspectivas diferentes, activando diferentes fases del proceso: el origen, el comienzo y el fin, que se corresponden con las categorías que lo integran, AGENTE, DESARROLLO y PACIENTE/RESULTADO. La activación de la representación conceptual del OLEAJE como movimiento oscilatorio desde puntos de vista diferentes permite focalizar la atención en determinados aspectos, es decir, que un mismo término, gracias a su carácter multidimensional, puede referirse a distintas macrocategorías dentro de un mismo evento, distinguiéndose por su forma de describirlo (Jung y Prieto 2005).

Así por ejemplo, el concepto PUERTO (véase Ilustración 4) puede aparecer en ocasiones como LUGAR en el que tienen lugar distintos procesos costeros como

SEAWARD TILTING; otras veces puede ser el RESULTADO de un proceso de defensa costera; en otros casos puede entenderse como PACIENTE de procesos de erosión.

Desde el punto de vista de la Gestión integrada de zonas costeras, los subeventos agrupados bajo el CEE y que se desarrollarán en el proyecto MarcoCosta son HÁBITATS COSTEROS, BIODIVERSIDAD, CAMBIO CLIMÁTICO, PESQUERÍAS, DESASTRES NATURALES, ENERGÍA MARINA, SEDIMENTOS Y LÍNEA DE COSTA y CONTAMINACIÓN POR VERTIDOS O DERRAMES.

2.3. Grados de especialidad en el discurso científico-técnico

2.3.1. Variación terminológica: eje horizontal y eje vertical

El concepto de variación terminológica ha sido tratado por la terminología desde distintas perspectivas aunque casi siempre referidas a la unidad terminológica. Entre los postulados de Cabré (1999: 168-169), se pueden distinguir dos tipos de variación terminológica que responden al *Principio de variación* (Cabré 1998a: 73), de acuerdo con el cual:

La comunicación conlleva inherentemente la variación, explicitada en formas alternativas de denominación del mismo concepto (sinonimia) o en apertura significativa de una misma forma (polisemia). Este principio es universal para las unidades terminológicas, si bien admite diferentes grados según las condiciones de la situación comunicativa. El grado máximo de variación de la terminología lo cumplirían los términos de las áreas más banalizadas del saber y los que se utilizarían en el discurso de registro comunicativo de divulgación de la ciencia y de la técnica; el grado mínimo de la variación sería propio de la terminología normalizada por comisiones de expertos; el grado intermedio, la terminología usada en la comunicación natural entre especialistas.

Según Cabré, la variación terminológica puede manifestarse de maneras diferentes en función de las unidades a las que se refiere; así, distingue entre variación conceptual y variación denominativa según afecte a conceptos o a la denominación de estos. Sin embargo, la diferenciación más útil de acuerdo con el carácter comunicativo de la terminología es la que hace referencia a las causas que la originan. Los factores dialectales dan lugar a variantes topolectales, cronolectales, sociolectales o tecnolectales dentro de una misma lengua. Los factores funcionales, por su parte, permiten distinguir entre registros más o menos especializados (Cabré 1998a).

En este sentido, la pertenencia de las unidades terminológicas a unidades de comunicación especializada más amplias y el uso que se hace de ellas permiten establecer una serie de criterios de variación, según los cuales se articulan dos ejes funcionales de variación (Cabré 1999b: 168), si bien normalmente no se pueden delimitar claramente líneas fronterizas, puesto que estos ejes se entienden como líneas de gradación.

De acuerdo con este concepto de variación funcional, la especialidad de un texto viene determinada por una parte, en el eje horizontal, por la temática tratada, es decir, por el ámbito de conocimiento en el que se circunscribe la comunicación: economía, tecnología, filosofía, arte, biología, etc.; por otra parte y situándonos en el eje vertical, por el nivel de especialización de un texto, esto es, por la especificidad con que es tratada la temática en cuestión.

Así, Hoffmann (1987) articula su teoría de los sublenguajes a partir de la variación funcional presente en la comunicación, según la cual la variación horizontal es el resultado de la comparación de los recursos lingüísticos de las lenguas de especialidad entre sí o con los de otros sublenguajes. Siguiendo su razonamiento, cada sublenguaje se situaría por tanto, en un punto concreto del eje horizontal más o menos alejado del resto de sublenguajes en función de su grado de cercanía o afinidad con otras ramas de la ciencia, es decir, “las distintas lenguas de especialidad constituyen un *continuum* en el que pueden distinguirse las distintas áreas temáticas, cada una de las cuales posee un lenguaje de especialidad determinado, y su conjunto, el lenguaje de especialidad en general o discurso especializado” (Cabré y Gómez de Enterría 2006: 19).

En cambio, el eje vertical es concebido como una estratificación respecto de la creciente especificidad y precisión que experimenta el lenguaje en la comunicación especializada y que responde al perfeccionamiento continuo de esta como instrumento de conocimiento y de comunicación, de lo concreto a lo abstracto, de lo particular a lo general o del aspecto a la esencia. No vamos a profundizar en este aspecto, ya que se tratará con detalle en § 2.1.4.

Como decimos, la variación horizontal tiene en cuenta la temática y la óptica desde la que se trata. De este modo, la temática permite organizar el conocimiento especializado en materias científico-técnicas, por profesiones o por actividades

especializadas. La clasificación de las terminologías a partir de los ámbitos del saber de los que se ocupan no es nueva, ni en la investigación terminológica ni en la práctica lexicográfica.

De hecho, las primeras obras de lexicografía especializada en lengua española surgen ya en el siglo XVI, especialmente en los ámbitos de la marinería, la medicina y las artes, como por ejemplo el *Espejo de navegantes* de Alonso de Chaves (1520-1538); *Vocabulario de los nombres que usa la gente de mar en todo lo que pertenece a su arte* de Diego García Palacios (1587); un diccionario médico, *Diez privilegios para mujeres preñadas* de Juan Alonso (1606); *Índice de los términos privativos del arte de la pintura, y sus definiciones según el orden alfabético* de Antonio Palomino de Castro (1715) (Cruz 2002).

Por su parte, la variación vertical de los textos de especialidad permite situarlos en diferentes niveles. Así lo cual, los textos especializados son fruto de las selecciones lingüísticas llevadas a cabo en función de las variables de la situación comunicativa especializada y de las subvariables de cada situación comunicativa específica, por lo que el grado de especialización del texto no solo va a determinar su densidad terminológica sino también la cantidad de variación expresiva o denominativa empleada para hacer referencia al mismo concepto.

Como hemos visto, parece existir acuerdo en los dos tipos de variación que, a grandes rasgos, permiten caracterizar un texto como especializado. En primera instancia, puede ser suficiente con enmarcar el texto dentro del dominio de especialidad sobre el que trata y la perspectiva desde la que lo hace, por ejemplo, un texto sobre clonación y terapia génica desde la óptica de la legalidad y la ética; un paso más supone identificar las características de la situación comunicativa.

No obstante, ubicar un texto en lo que parece un sistema de coordenadas no es tarea fácil pues conlleva la descripción: *a)* del tema o tópico, no siempre fácilmente delimitable debido al carácter interdisciplinar de las áreas de conocimiento y a la multidimensionalidad de enfoques; *b)* de los rasgos pragmáticos, cognitivos y lingüísticos de la situación comunicativa en que se circunscribe el proceso de transferencia del conocimiento.

Por este motivo, han sido muchos los estudios que se han llevado a cabo con la finalidad de encontrar criterios medianamente estables que sean de utilidad en la multiplicidad de dominios de especialidad a la hora de determinar el grado de especialización de un texto, con arreglo al cual poder analizar sus USE, ya sean lingüísticas o no lingüísticas. Entre estos criterios encontramos la diversidad terminológica y la variación denominativa.

2.3.2. Diversidad y variación terminológica: cómo determinar el grado de especialidad

La determinación del grado de especialidad de un texto, o lo que es lo mismo, su ubicación en el eje vertical de variación funcional de las lenguas de especialidad, constituye unos de los aspectos más importantes en cualquier estudio terminológico, en tanto los resultados están condicionados por la pragmática de la comunicación. El presente trabajo no es una excepción, por lo que consideramos de especial relevancia repasar algunos factores que permitan discriminar el nivel de especialización o grado de especialidad de los textos.

La noción de *densidad léxica* de Laviosa (1998) y la de *granularidad* de Melby (1995) se han relacionado frecuentemente con el nivel de especialización de los textos. La densidad léxica hace referencia a la relación entre el número de palabras llenas (con contenido semántico) y el número total de palabras de un texto. Por su parte, la granularidad se basa en el tamaño de las unidades léxicas en las que se puede segmentar un texto. Los textos de granularidad más gruesa son los que contienen combinaciones mayores de palabras: fórmulas, frases hechas, nombres propios, términos compuestos.

Ambos conceptos pueden contribuir a discriminar entre lengua general y lengua de especialidad en tanto en cuanto la densidad de un texto es inversamente proporcional a la granularidad. Por lo general, los textos que muestran una densidad alta son generalmente de ámbitos de especialidad que, a su vez, suelen presentar una granularidad más fina.

No obstante lo anterior, haremos referencia aquí a dos de los factores que consideramos más significativos: la *densidad terminológica* y la *diversidad*

terminológica, en consonancia con la definición de nivel de especialización dada por Domènech (2006: 206):

El nivell d'especialització d'un text [...] des d'un punt de vista cognitiu està en relació directa amb la densitat del coneixement especialitzat que transmet, des d'un punt de vista pragmàtic està determinat, fonamentalment, pel perfil del seu receptor o destinatari, i des d'una perspectiva lingüística –o gramatical en sentit ampli–, manté una correlació clara amb el nombre i el tipus d'unitats terminològiques que conté.

La *densidad terminológica* entendida como el número de unidades léxicas especializadas en relación al número global de unidades léxicas de un texto puede emplearse para distinguir *grosso modo* un texto especializado de otro que no lo es. No obstante, si se profundiza en el estudio cuantitativo de los textos de especialidad no es difícil percatarse de que se trata de una noción bastante incompleta para dar cuenta de la compleja realidad terminológica que afecta a la comunicación especializada, puesto que la densidad terminológica no tiene por qué aumentar de forma proporcional respecto del nivel de especialización de un texto. Asimismo, no existe consenso acerca de cómo cuantificar la densidad terminológica, pues en muchos casos no es fácil distinguir un término de una unidad léxica general, y mucho menos de forma automatizada.

Domènech (2006: 100) propone ir más allá de esta simple proporción mediante el cálculo de la *diversidad terminológica* de un texto, que comprende el número de términos diferentes contenidos en un texto, es decir, el número de ocurrencias terminológicas, la frecuencia de aparición de cada término y la proporción global dentro del texto de la distribución de dicha frecuencia.

Para Domènech, este parámetro cuantitativo para medir la terminología de un texto y determinar su grado de especialidad requiere, no obstante, un tratamiento cuidadoso, puesto que en estudios comparativos, puede verse alterado por varias circunstancias: *a)* la diferente longitud de los textos seleccionados para formar parte del corpus; *b)* la diferencia en cuanto a número de textos entre cada uno de los subcorpus en los que se organizan los textos de acuerdo con su nivel de especialización; *c)* los problemas planteados por las herramientas de análisis léxico, por ejemplo, considerar como dos formas distintas lo que solo son variantes morfológicas de un único término (lemas).

La importancia de determinar el grado de especialidad de un texto, mediante un índice de estas características, permite múltiples vías de aplicación en procesos de transferencia de conocimiento especializado (Domènech 2006: 216), como por ejemplo:

- La adecuación de los materiales didácticos al nivel de conocimiento de los estudiantes.
- El control de la legibilidad y accesibilidad informativa de los textos especializados.
- El refinamiento de criterios de selección documental en la recuperación de la información.
- La adecuación de los criterios de constitución de corpus textuales especializados con finalidades lexicográficas y terminológicas.
- La determinación del tipo de competencia que ha de tener un traductor especializado para cada encargo de traducción.
- La estimación del público potencial de una determinada publicación.
- La evaluación por expertos de textos especializados.

En otro orden de cosas, el fenómeno de la variación comprende toda clase de heterogeneidades que pueden darse en una comunidad lingüística (Agost 1998: 84), por lo que pueden distinguirse dos tipos de variedades: las de uso y las de usuario. Dentro de las variedades de uso, también conocidas como variedades diafásicas, las nociones de *campo*, *tenor* y *modo* (Halliday, McIntosh y Strevens 1964) permiten situar la comunicación en un contexto determinado y moldean el comportamiento lingüístico del emisor, sobre todo en lo que respecta al estilo. Las variedades de usuario, entre las que se encuentran la diacrónica, diatópica y diastrática, permiten definir el entorno social de la comunicación y el contexto de la enunciación.

Del mismo modo que la variación se da en la lengua general (*variación denominativa*), las lenguas de especialidad se ven afectadas por este fenómeno (*variación terminológica*) que da lugar a fenómenos como la sinonimia y la polisemia, que ponen de manifiesto las relaciones semánticas entre conceptos especializados. El interés por el análisis de la variación terminológica surge: a) por el afán de las nuevas

corrientes de estudio de la terminología por ampliar los horizontes de las teorías tradicionales y escapar de su visión reduccionista y simplista; *b*) porque consecuentemente parece que el ideal de la biunivocidad entre concepto y denominación ha quedado postergado en un segundo plano en la redacción de un texto especializado y *c*) por el deseo consciente de crear un texto estilísticamente aceptable en pro de la eficacia comunicativa (Freixa 2005).

La variación terminológica, que nos ocupa en este punto, se encuentra a medio camino entre las variedades de uso y las de usuario, ya que responde a condicionamientos diversos. Se concibe como el fenómeno por el que un mismo concepto especializado recibe diversas denominaciones o formas lexicalizadas medianamente consensuadas entre los usuarios de unidades léxicas pertenecientes a un dominio de especialidad determinado (Freixa 2006: 51). Esta idea parte de un enfoque que entiende que “la terminología participa de los mismos parámetros de variación que el lenguaje, porque la terminología es lenguaje y el lenguaje es variado” (Freixa, Kostina y Cabré 2002).

Aunque no existen estudios que relacionen este fenómeno con el nivel de especialización de un texto, podemos pensar que, debido las causas que dan lugar a los distintos tipos de variación terminológica, podría ser empleado, junto con el factor de la diversidad terminológica para la determinación del nivel de especialización. Ello es posible si partimos de la idea, bastante aceptada y común entre los lingüistas, de que los textos altamente especializados tienden a la biunivocidad concepto-denominación en aras de la precisión, la concisión, la coherencia y la cohesión para satisfacer la eficacia comunicativa requerida en situaciones de comunicación especializada.

De hecho, Cabré (1998c *apud* Freixa 2006) afirma que el nivel de especialización de la comunicación condiciona la cantidad de variación expresiva para hacer referencia a un mismo concepto. De ahí que, conforme aumenta el nivel de especialización de un texto, este tienda a la precisión y sistematicidad a través de una terminología monosémica y unívoca, y a la inversa, a medida que disminuye la especialización los textos tienden a características que lo acercan al discurso no especializado como redundancia, ambigüedad, falta de precisión estricta, variación sinonímica de base léxica, “pero sobre todo el uso muy elevado de fórmulas parafrásticas que explican

analíticamente el mismo concepto que en un nivel especializado se hace sintéticamente” (ibíd.).

No obstante, se nos plantea el inconveniente de que también en los textos especializados se dan casos de sinonimia y polisemia, dada la naturaleza lingüística de las unidades terminológicas, por lo que para tomar la variación terminológica como elemento para la determinación del nivel de especialización, sería necesario establecer una serie de causas textuales que describan el fenómeno de la variación, dado que las características de los textos especializados pueden dar lugar a diferentes alternativas denominativas (Freixa 2006: 70).

Tabla 2. Causas de la variación denominativa según Freixa (2005)

Tipo	Causa y subtipos
0. Causas previas	Redundancia lingüística Arbitrariedad del signo lingüístico Posibilidades de variación de la lengua
I. Causas dialectales	Diferentes orígenes de los autores: <ul style="list-style-type: none"> • Variación geográfica • Variación cronológica • Variación social
II. Causas funcionales	Diferentes registros comunicativos: <ul style="list-style-type: none"> • Adecuación al nivel de lengua • Adecuación al nivel de especialización
III. Causas discursivas	Diferentes necesidades estilísticas y expresivas de los autores: <ul style="list-style-type: none"> • Evitar la repetición • Economía lingüística • Creatividad, énfasis y expresividad
IV. Causas interlingüísticas	Contacto entre lenguas: <ul style="list-style-type: none"> • Convivencia del término “local” con el préstamo • Diversidad de propuestas alternativas
V. Causas cognitivas	Diferentes conceptualizaciones y motivaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Imprecisión conceptual • Distanciación ideológica • Diferencias en la conceptualización

De acuerdo con Freixa (ibíd.), la variación denominativa existe por determinadas características referentes al comportamiento de la lengua tales como la redundancia o la arbitrariedad del signo lingüístico, rasgos inherentes a la naturaleza del lenguaje y que fomentan las posibilidades de variación, es decir, la propia lengua dispone de mecanismos para denominar la misma idea mediante diversas formas lingüísticas.

La existencia de variedades geográficas, cronológicas y sociales, la llamadas variantes dia- (diatópicas, diacrónicas, diastráticas y diafásicas), de las que ya hemos

hablado brevemente, han contribuido en gran medida a que la terminología preste atención a las causas dialectales de la variación denominativa, admitiendo desde sus comienzos, que una de las motivaciones de la sinonimia reside en la existencia de variedades diferenciadas de una misma lengua en el espacio, el tiempo y en las diferentes capas sociales, principalmente en las determinadas por factores como la clase social, el ámbito profesional o la edad.

A diferencia de las causas dialectales y a pesar de su importancia, las causas funcionales no han recibido suficiente atención por las teorías de la terminología. Solo con los nuevos enfoques comunicativo y sociocognitivo, se ha comenzado a prestar mayor atención a los rasgos pragmáticos y discursivos de la comunicación, siendo precisamente la necesidad del especialista de adaptarse al nivel de conocimiento que presupone en los receptores, la que da lugar a una serie de elementos de carácter funcional generadores de variación. Entre otros cabe mencionar la elección del canal de transmisión del conocimiento, el tratamiento especializado o no de la información, la intención comunicativa y el grado de formalidad entre los interlocutores.

Entre las causas discursivas podemos encontrar cambios retóricos y estilísticos encaminados a evitar repeticiones léxicas, situar el énfasis, aumentar la creatividad y la originalidad del texto con el fin de aportar expresividad. Todo ello repercute en la selección de diferentes fórmulas denominativas, de modo que, por ejemplo, en la comunicación especializada se eviten repeticiones para favorecer la coherencia y la cohesión internas o en la divulgación de descubrimientos científicos se intente encontrar un equilibrio entre la forma de expresión y el contenido.

Paralelamente, existe una motivación interlingüística que hace referencia al contacto entre lenguas provocado por la proximidad geográfica pero sobre todo cultural, origen de préstamos y, en consecuencia, de sinonimia. Esta situación refleja la necesidad de la lengua, y por ende también de las lenguas de especialidad, de responder con nuevas denominaciones al surgimiento de nuevos conceptos importados de otras lenguas.

Por último, la variación denominativa puede tener un origen cognitivo, pues la imprecisión conceptual, la distancia ideológica entre diferentes escuelas de pensamiento, las diferentes conceptualizaciones sobre una misma realidad dan lugar, en definitiva, a la evocación de puntos de vista distintos y a la creación de neologismos que

realmente no lo son. A este fenómeno se le ha denominado *neología psicosociológica* (Gutiérrez Rodilla 1998: 109), esto es, neologismos innecesarios que no designan conceptos nuevos, sino que se generan “por un afán de equipararse a los investigadores de otros países y de igualarse, también, a los del suyo propio” (ibíd.).

Según lo anterior, para una caracterización de los textos de especialidad según su nivel de especialización es posible reunir la diversidad terminológica y la variación denominativa como criterios generales para su clasificación como altamente especializados, medianamente especializados o de bajo nivel de especialización. A pesar de esto, los textos especializados suelen, al mismo tiempo, conjugar las características que los describen como unidades lingüísticas y comunicativas y las que precisan la temática especializada (Cabré y Gómez de Enterría 2006: 32). Por este motivo, la caracterización de los textos de especialidad se convierte en una tarea harto dificultosa, ya que debe dar cuenta de la naturaleza compleja del texto en el que se articulan los conceptos especializados, habida cuenta de su carácter poliédrico.

Por consiguiente, es necesario describir los elementos que caracterizan la situación comunicativa, especialmente las que afectan a las circunstancias de producción y es que “para que un texto sea considerado especializado deben concurrir, como hemos dicho, algunos criterios lingüísticos (textuales y léxicos), cognitivos y pragmáticos” (ibíd.) de modo que reflejen la multidimensionalidad desde la que se puede abordar su estudio y clasificación.

De acuerdo con estas autoras, los textos especializados poseen una configuración textual global que los diferencia de los textos pertenecientes al discurso general, en tanto que presentan un estilo variado en función de la temática y los distintos niveles en que esta se trata, procurando ser precisos, concisos y sistemáticos. Para ello recurren a un léxico específico o terminología propia para denominar los conceptos de un área especializada, cuya densidad (o número de unidades con valor preciso en el discurso de especialidad) aumenta o disminuye en función del grado de especialización de un texto determinado por sus destinatarios y funciones. Entre estas funciones, la principal es la de transmitir información especializada.

Así, las producciones discursivas elaboradas a partir de las lenguas de especialidad poseen una serie de aspectos comunes que les confieren unidad. Esta unidad se basa en:

- Las propiedades textuales generales, que se materializan en dos componentes:
 - a) en el componente semántico,
 - b) en el componente formal general.
- La dependencia con relación al ámbito temático, que se manifiesta en dos tipos de unidades:
 - 1. el léxico, esencialmente en su aspecto semántico,
 - 2. en las combinaciones léxicas recurrentes o fraseología.
- El uso de unidades procedentes de otros sistemas, no en todos los ámbitos temáticos, perfectamente integradas en el discurso de la especialidad (Cabré y Gómez de Enterría 2006: 34).

Sea como fuere, encontrar parámetros objetivos para determinar el nivel de especialización de un texto no es nada fácil; por esta razón, los estudios terminológicos basados en la variación vertical de los textos de especialidad deben tener en cuenta medidas como la densidad léxica, la diversidad y la variación terminológicas y otros indicadores como la ratio formas/palabras de modo que permitan clasificar los textos conforme a los patrones léxicos que los caracterizan. En efecto, la línea que separa el conocimiento especializado del general o no especializado, así como la que distingue entre textos que transmiten uno y otro, es bastante difusa, poco consensuada y no posee criterios comunes que permitan dilucidar si estamos ante un texto especializado o no.

No obstante, en el nivel de especialización de los textos no solo influyen elementos intratextuales, sino que los factores extralingüísticos tienen también mucho que decir, en especial, la simetría o asimetría entre los interlocutores y el conocimiento previo de los potenciales receptores. Estos factores son muy importantes tanto en la producción de textos de especialidad como en su traducción, por lo que los comunicadores especializados han de considerar las características que presentan los textos según su nivel de especialización con el fin de adaptarlos a la situación comunicativa.

Sin embargo, una vez superada esta primera fase de caracterización de un texto, podemos recurrir al análisis de la variación horizontal y vertical, mecanismos de descripción del carácter especializado de un texto en los términos que ya hemos expuesto. A continuación, presentamos una descripción de las características lingüísticas, cognitivas, pragmáticas y discursivas que configuran el discurso de científico-técnico a través de sus textos de especialidad organizados en tres niveles

básicos de especialización: especializado o altamente especializado, semiespecializado o medianamente especializado y de bajo nivel de especialización o de divulgación.

2.3.3. El discurso científico-técnico

El desarrollo de la ciencia y la técnica ha motivado la evolución de los lenguajes naturales de modo que permitan comunicar los avances científicos y explicar los descubrimientos que se producen. Del mismo modo que no hay razones lingüísticas para defender que una lengua sea mejor que otra para expresar el conocimiento científico, tampoco hay ninguna razón de índole lingüística para defender que el inglés tenga características especiales que lo hagan especialmente útil para la comunicación científica. Si el inglés se ha convertido en la lengua vehicular del siglo XX, la causa debe buscarse en razones históricas, políticas, económicas o de otro tipo (Alcina Caudet 2001: 48-49).

2.3.3.1. Características del discurso científico-técnico

El paradigma científico dominante, esto es, el marco de referencia comúnmente aceptado por la comunidad científica, plantea una concepción de la realidad de acuerdo con la cual existe una realidad externa al hecho científico, objetiva y, por ende, cognoscible mediante descripciones fieles encaminadas hacia la búsqueda de la verdad objetiva (Mogollón 2003: 6).

El estudio de los discursos de especialidad y en concreto del discurso científico-técnico puede llevarse a cabo mediante el análisis de los tres objetos de los que se ocupa:

- a) las estructuras del discurso (a nivel micro- y macrotextual);
- b) los procesos implicados en la construcción e interpretación del texto y
- c) el contexto de interacción social.

Para ello se precisan tres enfoques que den cuenta del carácter multidimensional del análisis del discurso, a saber, el lingüístico-textual, el retórico y el pragmático y sociocognitivo. Estas tres perspectivas permiten explicar la naturaleza de los fenómenos que tienen lugar en este tipo de discurso en toda su amplitud y complejidad (López Ferrero 2002).

El discurso científico-técnico refleja dicha concepción y, en consecuencia, adopta una serie de características particulares que, en conjunción con los diferentes tipos de géneros textuales, bastante estereotipados y rígidos en este ámbito, dan lugar a una diversidad de textos científicos, entre los que se pueden encontrar tesis doctorales, trabajos de investigación, monografías especializadas, artículos originales de investigación y resúmenes, informes y memorias científicas, etc.

Todos estos textos, de carácter diferente entre sí, transmiten conocimientos especiales derivados del trabajo científico, a los que se les concede un tratamiento denotativo y referencial, por ejemplo, mediante el uso de estructuras nominales y del modo indicativo, características expresivas que nos sitúan en el plano de lo real, proporcionando estabilidad y objetividad al *dictum*. Se trata normalmente de un discurso escrito, que se entiende como el canal más empleado y normalizado para la comunicación objetiva de la ciencia, aunque no con carácter exclusivo.

Cierto es que existen diversas modalidades orales como conferencias, ponencias, comunicaciones, etc., si bien estas poseen rasgos que las acercan a las formas escritas, ya que, por lo general, suelen ser textos escritos para ser leídos, por lo que sus condiciones discursivas no difieren en gran medida de los textos escritos que hemos citado anteriormente.

Además, a diferencia de los géneros propios de la lengua general, o dicho de otro modo, de aquellos que no están marcados por ningún tipo de especialidad, los textos de especialidad emplean comúnmente sistemas de representación del conocimiento no verbales. En especial, el campo de las ciencias puras y experimentales suele recurrir a fórmulas químicas, ecuaciones físicas, recreaciones virtuales, representaciones matemáticas, disposiciones iconográficas y demás sistemas basados en códigos no lingüísticos. Hay que advertir, no obstante, que no se trata de un rasgo exclusivo de los textos de especialidad.

Todos estos recursos están encaminados a asegurar unos niveles de precisión, concisión y claridad que, en distinta medida según el nivel de especialización del texto, son los que contribuyen al objetivo principal del discurso científico: la descripción del objeto de referencia y la búsqueda del conocimiento de lo verdadero. Para ello, el emisor especialista del texto debe evitar ambigüedades que conduzcan a

interpretaciones erróneas; utiliza marcadores del discurso que organicen con claridad y en orden secuencial la información del texto; debe eliminar redundancias, repeticiones y palabras huecas. Se tiende a la neutralidad y a la impersonalidad mediante el uso de formas verbales impersonales y pasivas sin agente explícito o el plural de modestia (Mogollón 2003).

No obstante, aunque parece haber consenso en cuanto a las características principales de los textos científicos y técnicos, la descripción de este tipo de discurso entraña la dificultad de definir los conceptos mismos de CIENCIA y TÉCNICA, cuestión aún controvertida y sobre la que es posible arrojar muy diversos puntos de vista. En cualquier caso, matizado este aspecto, no es el momento de entrar en cuestiones que tienen que ver más con la Filosofía de la Ciencia que con la Terminología.

Los diferentes tipos de discursos existentes en la lengua, también llamados discursos profesionales o disciplinares, como el discurso administrativo, científico-técnico, filosófico-humanístico, jurídico-económico, etc. suelen considerarse registros o niveles de lengua, por lo que entendemos el discurso científico-técnico como un registro determinado por la forma en que la comunidad de científicos y técnicos emplea la lengua en su ejercicio profesional (Sevilla y Sevilla 2003: 20). De acuerdo con estos autores, dentro de este discurso pueden distinguirse tres niveles de comunicación básicos:

1. La comunicación entre especialistas a través de publicaciones científicas (lenguaje escrito) o de conferencias, coloquios, sesiones clínicas, seminarios (lenguaje oral). Este nivel de comunicación tiene lugar en un contexto formal, por lo que, dentro del registro científico-técnico, el discurso será culto.
2. La comunicación entre científicos y técnicos en un contexto informal, como el que se aprecia en diarios de laboratorio, cartas, correo electrónico (lenguaje escrito) y discusiones informales (lenguaje oral).
3. La transmisión de información científica y técnica, pero no a profesionales, sino al público en general, en publicaciones divulgativas (lenguaje escrito) o en programas divulgativos de radio y televisión (lenguaje oral). Cabe observar que en este caso el emisor del discurso puede no ser un especialista ya que el receptor no requiere que los temas se traten con excesiva profundidad. La comunicación puede ser formal o no formal, según la situación comunicativa y los conocimientos del receptor del mensaje; así, el lenguaje utilizado en un programa de televisión en el que se pretenda dar a conocer la ciencia y la tecnología a un público infantil tendrá un marcado carácter informal, mientras que los artículos de una revista de divulgación científico-técnica pueden presentar un lenguaje formal. (Sevilla y Sevilla 2003: 21).

Estos tres niveles de comunicación coinciden a grandes rasgos con los que establece Linell (1998 *apud* López Ferrero 2002), quien distingue entre discurso intraprofesional, interprofesional y profesional-lego.

Como apreciamos a partir de estos tres actos de comunicación, el discurso científico-técnico incluye una tipología de textos bastante amplia que responde a los múltiples criterios de clasificación aplicables, si bien todos ellos se enmarcan en alguno de los tres niveles de comunicación anteriores.

Las características particulares del discurso científico-técnico afectan a los textos de especialidad en toda su amplitud y pueden ser de naturaleza semiótica, textual, funcional, estilística, sintáctica, léxica y pragmática (Orduña 2002: 21). Las características semióticas hacen referencia al uso de sistemas de representación del conocimiento no lingüísticos; por ejemplo, sistemas modulares (maquetas), gráficos (diagramas, gráficas, tablas), icónicos (fotografías, dibujos, esquemas) y simbólicos (símbolos, números, expresiones alfanuméricas, fórmulas).

Los rasgos textuales, como ya hemos expuesto, se plasman en el recurso a la formalización de los textos mediante una estructuración lógica de los contenidos, la superestructura, el uso de párrafos breves, la eliminación de redundancias y la subjetividad o la presentación clara y precisa de la información.

Desde un punto de vista funcional, en los textos científico-técnicos predomina generalmente la función descriptivo-referencial⁴, esto es, informativa, si bien pueden darse funciones subsidiarias que complementen la perspectiva de tratamiento y presentación de la información (deliberativa, explicativa, argumentativa, etc.). Estilísticamente, los textos científico-técnicos se estructuran partiendo de una serie de movimientos retóricos y secuencias microtextuales que permiten la selección y organización de la información especializada en objetivos pragmáticos globales, funciones retóricas generales, funciones retóricas específicas y técnicas retóricas específicas (Trimble 1985 *apud* López Ferrero 2002).

⁴ En anuncios publicitarios publicados en revistas especializadas puede aparecer como función predominante la apelativa, en un intento de persuadir al receptor hacia la compra del producto.

En un nivel estilístico, el discurso científico-técnico, tanto el español como el inglés, recurre a un registro de lengua más formal que los textos de la lengua general y busca la corrección y adecuación respecto de la norma lingüística.

Las peculiaridades sintácticas, particularmente en el caso del inglés, se reflejan en el uso del presente con valor atemporal o imperfectivo, la tendencia a la nominalización, las oraciones pasivas, pasivo-reflejas e impersonales, la enunciación como modalidad narrativa, el recurso a las oraciones simples, la coordinación o yuxtaposición, etc.

Respecto de los rasgos léxico-semánticos, se suele utilizar el plural de modestia y las unidades monosémicas, unidades sintagmáticas, fraseología, colocaciones, la terminología y tecnicismos propios del área de especialidad.

Por último, los elementos pragmáticos son los que describen el contexto socio-comunicativo en que tiene lugar el intercambio de información. Hacen referencia a la actividad profesional de los hablantes, la materia sobre la que versa el texto, el grado de especialización, el nivel de competencia cognitiva en la materia de los interlocutores, las presuposiciones de los receptores, el marco social, el canal de comunicación y la función comunicativa (Orduña 2002: 21-38).

Llegados a este punto debemos mencionar que todas estas convenciones están supeditadas al cambio que actualmente se está produciendo en la retórica del español, favorecido por la influencia del inglés como lengua de comunicación científica derivada de la internacionalización del saber científico a través de las revistas de mayor índice de impacto.

Una tipología completa de los textos de especialidad debe incluir criterios que recojan en toda su amplitud el carácter heterogéneo del discurso científico-técnico. Según el código o mecanismo de comunicación empleado, podemos distinguir una serie de funciones semióticas que permitan diferenciar textos gráficos o predominantemente gráficos y textos verbales o predominantemente verbales, ya que

una de las características del registro científico-técnico es la importancia de los elementos gráficos, los cuales pueden ser considerados como funciones semióticas gráficas generadas por un código gráfico, o dicho de otra manera, nos encontramos ante un mecanismo gráfico utilizado para la comunicación, que es diferente del mecanismo verbal. Ambos se utilizan con independencia el uno del otro o combinados, de manera que hallamos textos gráficos o predominantemente

gráficos y textos verbales o predominantemente verbales (Sevilla y Sevilla 2003: 25).

Según la temática, los textos científico-técnicos pueden versar sobre distintos bloques. En el caso de la ciencia, se distinguen la lógica, las matemáticas, las ciencias fisicoquímicas (Física y Química), las ciencias de la vida (Biología, Genética, Etología), las ciencias médicas (Patología, Farmacología, Cirugía), las ciencias agrarias (Veterinaria, Agronomía, Horticultura) o las ciencias de la Tierra y el espacio (Geología, Meteorología, Oceanografía). En el caso de la tecnología, esta agrupa las disciplinas relacionadas con la Arquitectura y las diversas ingenierías. Todas estas áreas de conocimiento pueden dividirse, a su vez, en subdominios de especialidad más restringidos (UNESCO 1988).

Aunque quizás la temática esté entre los criterios más comúnmente empleados para la clasificación de los textos científico-técnicos, podemos utilizar también otros parámetros de clasificación tales como los destinatarios, la intencionalidad, el género textual o el canal, criterios todos ellos que contribuyen a delimitar las condiciones de emisión y recepción del mensaje, en última instancia a describir el proceso comunicativo.

Sin embargo, la clasificación más útil en relación con los objetivos planteados en esta tesis doctoral será aquella que dé cuenta de la organización y distribución de los textos científico-técnicos en diferentes niveles de especialización. Estas clasificaciones, que trataremos en § 2.3.4, permitirán enmarcar los textos integrantes de nuestro corpus en tres niveles: especializado, semiespecializado y divulgativo.

2.3.3.2. El texto especializado

El texto científico se caracteriza por su terminología especializada, que representa las estructuras de conocimiento propias del área temática. No obstante, la densidad y la diversidad con la que se presenta dicha terminología, así como una serie de elementos discursivos y comunicativos que analizaremos más adelante son los que determinan el nivel de especialización de un texto.

En el caso de los textos especializados o altamente especializados, esta terminología, junto con el lenguaje utilizado, constituye el vehículo principal para reflejar las funciones que el hecho científico lleva aparejadas, habitualmente el estilo impersonal y

la absoluta objetividad, en tanto que la concisión, la precisión y la adecuación, son para Cabré (1998c) los rasgos que caracterizan la especialidad del texto. Según esta autora, se reducen así las posibilidades de distorsionar la información, por medio de imprecisiones, vaguedades o ambigüedades y se incrementa la eficacia comunicativa.

Para cumplir dicho objetivo, la terminología se convierte en el vehículo más empleado por los especialistas, en tanto que las unidades léxicas especializadas son los elementos que condensan mayor cantidad de conocimiento especializado.

De otra parte y para dar cuenta de la objetividad con la que se producen los avances científicos, puede hablarse de un mimetismo del discurso científico que hace referencia a la reconstrucción de la realidad que describe, organizando su superestructura según una secuenciación idealizada del desarrollo real del trabajo de investigación (Faber 2005), como veremos a continuación. Es característica del lenguaje especializado la utilización de términos o unidades polisémicas y poliédricas (Márquez 2002), puesto que la significación de dichas unidades depende, en gran medida, de la perspectiva desde la que se aborde y de las relaciones que establece con otras unidades afines, dando lugar a una red de significados dentro de un dominio de especialidad que activa una de las posibilidades semánticas a priori ofrecidas por el término.

Todas estas características quedan reflejadas en la estructura retórica y las convenciones textuales. Conocer la estructura del texto científico facilita los procesos que intervienen en la comprensión lectora. Sin embargo, en ocasiones los destinatarios de textos científicos tratan el texto como una mera lista de hechos (Cook y Mayer 1988: 450).

Se han investigado en profundidad los movimientos y etapas de la estructura del texto científico-técnico de especialidad, así como la estructura discursiva de algunos géneros en particular, como los artículos experimentales (López Rodríguez 2002), los cuales presentan la superestructura *IMRAD* (*Introduction, Methods, Results And Discussion*). Cook y Mayer (ibíd.) afirman que, partiendo de esta estructura, se pueden inferir estrategias para identificar las ideas más relevantes e interrelacionarlas como una secuencia ordenada de eventos subordinados y coordinados entre sí. De este modo se puede construir una representación mental de la información contenida en el texto.

Los textos científicos y técnicos muestran por lo general una tendencia hacia la impersonalidad que se refleja en el uso de formas como el plural de modestia, sobre todo en lengua española. Habitualmente, este tipo de textos muestra diferentes pautas de organización en distintas lenguas. Esto puede ponernos en un aprieto a la hora de traducir o redactar un texto en otra lengua que no es la nuestra, en tanto que, a menudo, se transfieren a la segunda lengua las normas de escritura típicas de la lengua original (Fernández Polo 1999: 49).

En este sentido, predomina en español un estilo elaborado, con una sintaxis compleja caracterizada por la abundancia de largas oraciones subordinadas, que prima la elocuencia por encima de la efectividad. De ahí que a los ojos de un lector hispanohablante los textos ingleses, en particular los textos científico-técnicos, resulten excesivamente simples, aburridos, monótonos (Fernández Polo 1999: 66).

La retórica contrastiva (Kaplan 1988; Fernández Polo 1999) se está ocupando en la actualidad de estudiar el cambio que se produce en dichos patrones de redacción. El uso de tales recursos está decayendo en las nuevas tendencias de redacción científica mostradas en las revistas con mayor índice de impacto en lengua inglesa, si bien podría ser interesante tener en cuenta esta característica en el estudio de textos científicos y técnicos de hace ya algún tiempo.

Entre los recursos comúnmente presentes en el discurso científico-técnico encontramos también el uso del tiempo presente, la ausencia de exclamaciones, oraciones breves, formas verbales y estructuras sintácticas impersonales, sintagmas nominales y otros sistemas no verbales de representación como tablas e ilustraciones; todo ello acompañado del uso de terminologías específicas del área temática en cuestión caracterizadas por su precisión, neutralidad emocional y estabilidad (Gutiérrez Rodilla 1998). Los textos científicos suelen tener una macroestructura que evoca un hipotético diálogo entre emisor y receptor e introducen elementos metalingüísticos de persuasión como la definición, la explicación, las citas y los ejemplos, que dependen en gran medida del grado de especialidad. Cuanto mayor sea este, menor será la cantidad de redundancias y de material metalingüístico (Cabré 1998b).

No obstante los anteriores rasgos lingüísticos, estilísticos y discursivos, los textos científico-técnicos altamente especializados responden en su configuración formal a los

condicionamientos de uno de los elementos que caracteriza la situación comunicativa: el canal. Con mucha frecuencia son los textos especializados los que sirven como medio primario a los investigadores para dar a conocer los avances y descubrimientos científicos a la comunidad internacional. El canal de transmisión y difusión de este tipo de información es casi inevitablemente, el de las revistas especializadas, concretamente las revistas monoespecializadas con mayor índice de impacto, si bien como medios secundarios pueden también emplearse revistas multiespecializadas o documentos académicos como tesis doctorales o memorias de proyectos.

Este condicionamiento determina en gran medida el aspecto formal en que se presenta el texto (superestructura), no solo en lo referente a los tipos de fuentes, la numeración de los párrafos o encabezamientos y la disposición de otros elementos ortotipográficos, sino más especialmente a la distribución de la información a lo largo del texto (macroestructura).

2.3.3.3. El texto semiespecializado

Con frecuencia, los estudiosos y usuarios están demasiado acostumbrados a establecer la dicotomía clásica entre lenguaje de especialidad y lenguaje común, entre discurso especializado y lengua general; sin embargo, como las corrientes de estudio en Terminología han podido comprobar ya desde Saussure, no es muy útil establecer dobletes claramente delimitados, aunque solo sea con el fin de sistematizar un área de especialidad para su estudio. Ello es así en tanto que la lengua, a pesar de constituir un código de naturaleza meticulosamente estructurado, es demasiado compleja como para reducir la gran cantidad de interrelaciones que unen unos conceptos con otros a meras dicotomías.

De hecho, la TCT y los estudios realizados en el ámbito del inglés para fines específicos han contribuido en gran medida a evitar esa distinción extrema entre lengua especializada y lengua general, pues los términos más que unidades pertenecientes a códigos diferenciados constituyen más bien unidades léxicas susceptibles de adquirir valor terminológico especializado por su aparición en un contexto especializado enmarcado en un dominio de especialidad concreto.

En esta línea, no es posible hablar únicamente de textos especializados y textos generales, pues muchos autores han reconocido que se trata de una cuestión de grado.

Este grado supone una de esas zonas grises sobre las que se ha escrito poco y de forma poco exhaustiva. No en vano constituye la borrosa línea demarcatoria entre dos grados de especialidad más o menos definidos.

Consecuentemente, el texto semiespecializado constituye la transición entre lo especializado y lo divulgativo. Es difícil describirlo pero parece claro que ese estadio intermedio existe. El razonamiento que nos lleva a pensar en la existencia de un nivel de especialización intermedio parte de la idea de *continuum* en la que venimos ubicando los textos de especialidad. Si en un extremo del *continuum* encontramos el grado máximo de especialización y en el otro el mínimo, es lógico pensar que a medio camino entre uno y otro deba existir un paso fronterizo que una lo especializado y lo divulgativo. Es precisamente esta condición limítrofe la que dificulta en gran medida establecer las características de los textos semiespecializados.

En nuestro trabajo consideraremos textos semiespecializados aquellos que, siendo especializados, tiendan a rebajar el registro científico-técnico como lo hace la divulgación, así como aquellos textos aparentemente divulgativos que traten el tema desde una perspectiva prácticamente teórica con un lenguaje y características correspondientes a un registro más elevado. Revistas como *Scientific American*, *New Scientist*, *Nature* o *National Geographic* son ejemplos de este tipo de textos. Pese a la posibilidad de que este nivel pueda parecer un cajón de sastre, es especialmente importante considerar este nivel limítrofe con el grado más alto y más bajo de especialidad en la medida en que existen textos que aglutinan recursos propios de sendos niveles y que, de no incluir el nivel semiespecializado, harían muy difícil su clasificación dentro del corpus.

2.3.3.4. El texto de divulgación

Los apartados § 2.3.1 y § 2.3.2 han dado buena cuenta del fenómeno de la variación terminológica y de los dos tipos de especialidad a los que hace referencia: la especialidad según la temática y la especialidad según los niveles de complejidad. Sin embargo,

un texto conserva su carácter especializado si la conceptualización que transmite está hecha desde la óptica de la especialidad y del especialista, y no desde el punto de vista del hablante común. La especialización de un texto no se funda pues, sobre

la temática que éste vehicula, sino sobre la manera en que la vehicula (Cabré 1998b).

En este orden de cosas, consideramos los textos de divulgación en el mismo sentido que García Palacios (2001), quien entiende los textos divulgativos como textos especializados aunque situados en el nivel más bajo de especialización. Esta ubicación condiciona las decisiones del emisor en los niveles lingüístico, cognitivo y pragmático-discursivo, pues este ha de tener en mente la situación de recepción del texto. En ese *continuum* que conforman los textos de especialidad existe un área especialmente problemática por ser precisamente la zona de intersección entre lo especializado y lo general y donde se ubican los textos de divulgación.

Podemos distinguir entre divulgación científica, si el objetivo de la reformulación de la fuente primaria es el de poner en público conocimiento la información científica, y divulgación didáctica si el objetivo es transmitir la información previamente descubierta por el experto a estudiantes (Marinkovich 2005).

Según Bonilla et al. (1998), la divulgación puede entenderse en su forma más simple como mera vulgarización o popularización de la ciencia; en esta concepción el divulgador se limita a simplificar, reducir o sintetizar unos contenidos supuestamente ininteligibles para un lego, es decir trasvasa un contenido desde un nivel de lengua elevado a otro más bajo o accesible. No obstante, el asunto es más complejo y podemos considerar el fenómeno de la divulgación desde dos ópticas.

En una concepción lingüística, la divulgación puede aparecer como un proceso de traducción o interpretación entre registros diferentes de una misma lengua. Desde una perspectiva más discursiva y pragmática, la tarea de la divulgación consiste en recontextualizar en una situación comunicativa común un conocimiento previamente construido en contextos especializados.

Para Salaverría (2002: 14) el divulgador de ciencia debe reunir “en dosis muy elevadas las cualidades de investigador sagaz y de comunicador efectivo” en tanto en cuanto su tarea consiste fundamentalmente en “valorar el interés informativo que cierta investigación o materia científica pueda tener para un público general” y “reelaborarla de modo que resulte comprensible e interesante a un público general”. De ahí que su

formación científica y técnica junto con las técnicas redaccionales que fomentan su capacidad de comunicación sobre especial importancia.

El I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia (Granada, 25-27 marzo 1999) dio origen al Decálogo del Divulgador Científico, que recoge los siguientes principios:

1. Poner al alcance de la mayoría el patrimonio científico de la minoría.
2. Poner todo el esmero en difundir los descubrimientos y los hallazgos.
3. Subrayar el hecho de que sin ciencia pura no hay progreso ni ciencia aplicada.
4. Combatir con todos los medios la desconfianza de la gente hacia la ciencia.
5. Crear conciencia pública de la importancia de la investigación científica.
6. Insistir en que la ciencia es cada día menos una aventura personal y cada día más una vasta empresa colectiva.
7. Hacer ver al público que la investigación científica no es algo misterioso, secreto, ni terrorífico, sino una obra de sabiduría, de razón, de paciencia, de tenacidad y, sobre todo, de ilusión.
8. Denunciar la superchería de las falsas ciencias que, en muchas zonas de la humanidad, siguen constituyendo obstáculos muy serios al desarrollo.
9. Tratar la ciencia con respeto, pero con familiaridad, poniendo el acento en la simpatía y en los aspectos humanos del científico.
10. Presentar la ciencia del modo más sugestivo posible para llegar al mayor número de lectores, de oyentes o de espectadores, y utilizando la palabra, el sonido y la imagen de un modo periodístico, es decir, actual, interesante, directo y sencillo.

Quizás este último punto del decálogo sea el que más nos interese, ya que se centra en la manera en que los textos de divulgación deben transmitir el conocimiento científico. Estos constituyen el puente por el que viaja el conocimiento especializado resultante de la investigación científica hasta el público general. Para construir ese puente que enlace dos espacios de conocimiento bastante diferenciados, es necesario

recurrir a una serie de estrategias que faciliten la transferencia de conocimiento especializado hacia un grupo de receptores muy amplio y con un nivel de competencia cognitiva en la materia relativamente escaso.

Se puede entender, pues, por estrategias divulgativas “los distintos tipos de recursos o procedimientos verbales que utilizan los textos [...] para hacer accesible al público lego el concepto técnico” (Cassany y Martí 1998).

No obstante, esta definición debe ampliarse ya que entre los procedimientos empleados por los divulgadores de la ciencia se encuentran también recursos en el nivel formal-gramatical de los textos de especialidad, como puede ser el uso de elementos no verbales, en especial ilustraciones y tipografía. En este sentido, entendemos la noción de *estrategias de divulgación* como el conjunto de decisiones y procedimientos empleados por el emisor de un texto para hacer accesible a un público con escasa competencia cognitiva en la materia un determinado contenido especializado en todos los niveles de la comunicación.

Las estrategias de divulgación se pueden situar, en opinión de Salaverría (2002) en cuatro niveles. Los niveles léxico, oracional, textual e icónico. Para este autor, los que gozan de una mayor relevancia en la divulgación científica son el léxico y el textual por cuanto

las claves para convertir un documento científico en un texto periodístico eficaz residen sobre todo en traducir la jerga especializada y abstracta a un lenguaje llano y visual, y en reorganizar el material científico original en una estructura discursiva que, además de explicar, atraiga y mantenga el interés del lector (Salaverría 2002: 17).

Respecto de las estrategias pertenecientes al nivel léxico, esto es, las relativas a la elección de términos u otros recursos denominativos para referirse al concepto, la primera decisión del divulgador es la de incluir u omitir el término especializado (Cassany y Martí 1998). Entre las más comunes cabe mencionar la variación denominativa, de la que hablábamos en § 2.3.2, y la paráfrasis. Así, se puede optar por prescindir de información especializada poco relevante para la comprensión general del tema tratado; la simplificación léxica, es decir, la sustitución de términos por unidades léxicas más sencillas y accesibles; y la definición de términos mediante un vocablo común parcialmente sinónimo que permita aclarar su contenido semántico (Fernández Polo 1999: 91).

En el nivel oracional, el divulgador recurre al uso de cláusulas explicativas y perífrasis, a la sustitución de estructuras pasivas e impersonales por activas, la reducción de la longitud y complejidad de las oraciones y, especialmente, la reducción del número de nominalizaciones.

Las estrategias del nivel textual incluyen los distintos recursos verbales de nivel supraoracional como la selección de la información, las estructuras discursivas, la modalización y los recursos estilísticos. Estas estrategias contribuyen a una mejor organización de los contenidos en aras de la comprensión, por ejemplo, mediante la introducción de rasgos lingüísticos propios de géneros narrativos que permitan explicar el concepto técnico y los protagonistas de la información comunicada (actores, agentes, acciones).

Otras secuencias discursivas son la definición, la descripción y la argumentación, que pueden introducirse mediante modalidades como la inducción y la exposición; si bien, en su afán por presentar clara y unívocamente la realidad del hecho científico, pueden caer en el tedio y la falta de ritmo discursivo. Por este motivo, a veces, se incluyen preguntas retóricas, anécdotas, escenas, historias y ligeras pinceladas de humor que vivifiquen los fríos asuntos científicos.

Además de estos tres niveles, existen estrategias que no pueden situarse puramente en un nivel discursivo, se trata de aquellas pertenecientes al nivel icónico. Por ejemplo, las técnicas de infografía dan lugar a un buen número de ilustraciones que facilitan la explicación de procesos, sistemas y organigramas complejos. Así, “una de las mayores técnicas divulgativas que puede emplear un periodista es, precisamente, desarrollar un criterio adecuado para complementar el lenguaje escrito con el visual” (Salaverría 2002: 17).

Podemos decir, con todo lo anterior, que los encargados de escribir sobre información científica y tecnológica recurren a una serie de estrategias que afectan fundamentalmente a la mayoría de los aspectos del texto y el mensaje. De hecho, como vimos con anterioridad, existe una corriente que defiende el uso de esta multiplicidad de recursos retóricos y narrativos con el fin de ofrecer una recontextualización discursiva de la información transmitida, en tanto la transferencia de conocimiento especializado a

un público receptor lego debe llevarse a cabo a modo de reformulación, tanto en forma como en contenido. En este orden de cosas, Alcívar (2004: 45) arguye que

la divulgación científica selecciona, dirige, adapta, recrea, un conocimiento producido en el ámbito especializado de ciertas comunidades científicas y tecnológicas para que una vez transformado cumpla una función social dentro de un contexto distinto y con propósitos diferentes para una determinada comunidad cultural.

Según el mismo autor, el divulgador científico asume el papel de creador más que de traductor entre distintos niveles lingüísticos ya que debe recoger en su labor el enfoque socializador de acuerdo con el cual la divulgación científica persigue (ibíd.):

1. desde el punto de vista informativo, dar a conocer los avances y descubrimiento protagonizados por la ciencia;
2. desde el punto de vista ético, dar cuenta de la repercusión de tales avances en la sociedad;
3. desde el punto de vista crítico, ejercer un control sobre la actividad científico-técnica.

De lo anterior se puede deducir que la transmisión del conocimiento especializado a una audiencia sin competencia cognitiva en el tema no constituye el objetivo número uno para el texto divulgativo, sino que más bien esta función didáctica o pedagógica (aunque muy importante para el divulgador), la mayoría de las veces se encuentra supeditada al compromiso de la divulgación científica para “hacer circular socialmente la ciencia, estimulando con ello la curiosidad y el asombro, y fomentando la capacidad crítica y el debate sobre los asuntos controvertidos con implicaciones sociales” (Alcívar 2004: 48).

Para alcanzar los objetivos mencionados anteriormente es necesario superar el modelo de déficit cognitivo de la comunicación pública de la ciencia y la tensión pedagógica constitutiva de la relación jerárquica entre científicos y periodistas.

En consecuencia, no podemos entender la divulgación de la ciencia como una traducción o interpretación entre dos registros de una misma lengua, ni como un proceso de transcodificación del lenguaje de la ciencia y la técnica, ni como explicación transformativa para la comprensión de conceptos complejos.

Se trata de transferir conocimiento especializado generando para ello las condiciones de una nueva situación comunicativa que permita recontextualizar, es decir, construir nuevos discursos a partir de discursos elaborados en contextos especializados. Ello implica la reelaboración de la red conceptual del conocimiento científico mediante la reducción o limitación de las conexiones entre los conceptos y la inclusión de vínculos entre conceptos especializados y no especializados. Reconstruida esta red conceptual, el divulgador debe recurrir a un repertorio de mecanismos expresivos que contribuya a textualizar el discurso reformulado para terminar hallando la denominación más adecuada para los conceptos especializados, es decir, la forma lingüística con la que nos vamos a referir a los conceptos transmitidos (Marinkovich 2005) (véase Ilustración 6).

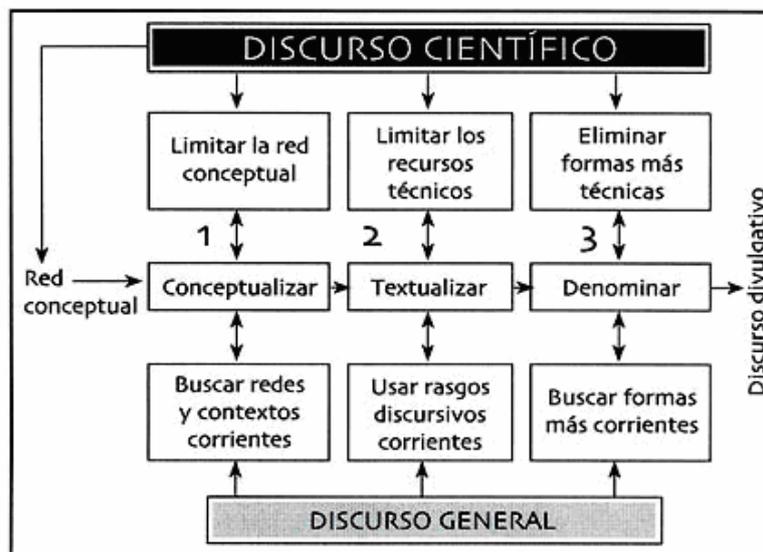


Ilustración 6. Proceso de recontextualización para la divulgación científica (Marinkovich 2005)

Alcíbar (ibíd.) recoge entre las estrategias necesarias para propiciar dicha recontextualización: la expansión o inclusión de elementos informativos no presentes en el texto original; la reducción mediante la supresión de información irrelevante o condensación de distintos elementos informativos en una única estructura referencial; la variación, que supone un cambio en el contenido léxico o gramatical o un desplazamiento en la presentación o modalidad enunciativa de la información contenida en el texto fuente.

El trabajo del divulgador científico adquiere una significación especial cuando esta se produce a través de los medios de comunicación de masas (en especial a través de Internet), ya que debe conjugar su labor con la del canal de transmisión del contenido

divulgado. Normalmente, entre los gestores de los medios de comunicación de masas se encuentran periodistas científicos, que poseen a su vez un repertorio propio de recursos tales como la minimización de las incertidumbres experimentales y la presentación apodíctica de los resultados, dando por concluyentes estudios de carácter provisional; la concesión de preponderancia a las aplicaciones técnicas y las consecuencias sociales sobre los contenidos científicos básicos; la espectacularización de la ciencia; el uso del descubrimiento y la citación como efectos de verdad; la utilización de recursos literarios y visuales (ibíd.).

Como acabamos de exponer, el divulgador tiene a su alcance una amplia gama de posibilidades encaminadas a acercar la ciencia al gran público y despertar el interés de este por el alcance social del progreso científico. No obstante, en consonancia con los objetivos de este trabajo, nos detenemos brevemente en el uso de recursos visuales, dada la importancia que presentan en el nivel divulgativo del discurso científico-técnico. Internet se ha convertido en una herramienta expés para la popularización de la ciencia gracias a la variedad de formatos de información que permite representar en un único canal de transmisión; de ahí que los productos multimedia hayan experimentado un crecimiento exponencial en los últimos tiempos. Los textos divulgativos no son una excepción y se ven afectados en gran medida por las condiciones de transferencia que implica la red como entorno de comunicación, también en situaciones comunicativas especializadas. Por tanto:

La infografía (el arte y técnica para producir imágenes digitales) es una de las herramientas básicas del periodismo científico para elaborar información de forma gráfica. El periodismo se aprovecha de este recurso tan útil como atractivo para acercar la ciencia a un público no experto. La estructura interna de órganos y artefactos tecnológicos, el mecanismo de acción de un fármaco, el ciclo contagioso de la malaria, el proceso de la clonación, o la formación, desarrollo y extinción de un huracán, son algunos de los aspectos tecnocientíficos que pueden ser tratados fácilmente con las técnicas infográficas (Alcíbar 2004: 65).

En la Ilustración 7 se puede observar el resultado de aplicar las estrategias que hemos expuesto a la terminología relacionada con el concepto CLONACIÓN. En la parte de la izquierda se presenta la terminología empleada en la fuente especializada primaria de la que parte el divulgador para generar un discurso divulgativo secundario adecuado a la competencia cognitiva y a los intereses de una audiencia leg. La parte de la derecha

presenta el contenido original recontextualizado de acuerdo con las condiciones de recepción mencionadas.

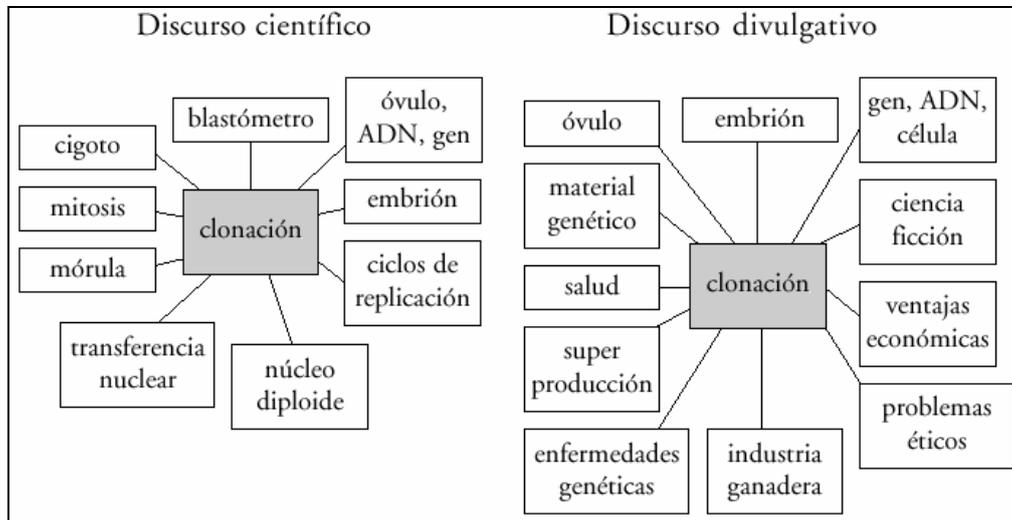


Ilustración 7. Comparación de redes conceptuales del concepto CLONACIÓN

2.3.4. Modelos de clasificación de los textos en función del grado de especialidad

Los estudios terminológicos se han visto condicionados por la ausencia de una tipología de textos de especialidad consensuada que permita clasificarlos en función de su nivel de especialización. Muchos de estos estudios se han preocupado precisamente de proporcionar criterios de clasificación para el análisis de las distintas dimensiones de los discursos especializados.

Entre los más destacables cabe mencionar la investigación de Sager, Dungworth y McDonald (1980), quienes parten de la idea de que es fácil distinguir textos especializados de los que no lo son mediante criterios como el tenor interpersonal (grado de conocimiento especializado de los interlocutores), el tenor funcional (la intención con la que se produce el texto) y el modo de comunicación, oral o escrito.

No obstante, la corriente más seguida es aquella que considera el nivel de especialización de los textos una gradación a modo de *continuum* que no admite fronteras claramente delimitables, propuesta de la que parte nuestro trabajo. De hecho, los distintos modelos para la construcción de tipologías de los textos de especialidad parten de la noción de estratificación vertical para llegar a una clasificación polivalente

en las distintas divisiones horizontales de las lenguas de especialidad, es decir, que tratan de identificar criterios de clasificación que permitan organizar en función de su nivel de especialidad textos pertenecientes a muy diversos ámbitos de conocimiento.

Para la selección de las clasificaciones que serán estudiadas en nuestro trabajo debemos situarnos como

analistas de un texto construido, para cuya construcción se han actualizado estrategias y procesos de clases diversas y cuya construcción ha partido de la actualización de esquemas conceptuales conformados sobre la base de valores culturales e ideológicos siempre presentes en el proceso de producción de un texto (Cabré 2002: 24).

Así, cualquier tipología de los textos de especialidad debe ser diseñada desde la perspectiva del analista; debe considerar el texto como resultado de un proceso de construcción, que incluye planificación y producción; el análisis del texto debe abordar las condiciones discursivas que pensamos que han determinado su producción, así como la estructura textual. “Tipologizar un texto [...] implica, entonces, realizar un estudio comprensivo en los diferentes niveles: la integración de los rasgos y valores de los distintos niveles dará como resultado una caracterización tipológica del texto” (Ciapuscio 2003: 97).

Partiendo de esta premisa haremos especial referencia a los tres modelos de clasificación que han sido de más ayuda en esta tesis, las tipologías de Loffler-Laurian (1983), Hoffmann (1987) y Ciapuscio (2003), y que son representativos de la evolución de la investigación en el ámbito de la tipologización del discurso especializado y de las etapas de la Lingüística textual. Los primeros modelos clasificatorios empezaron destacando rasgos lingüísticos de los textos; más tarde sumaron rasgos de diferente naturaleza, como los modelos funcional-comunicativos; los modelos más recientes, contruidos sobre una base cognitivo-procedimental, adquieren un carácter integral, acumulativo, interactivo o modular constituyendo clasificaciones más completas que contemplan el texto en sus múltiples dimensiones (Ciapuscio 2003: 97).

Loffler-Laurian (1983) elabora una tipología que pone de relieve el canal de transmisión por el que circula la información especializada en un intento de aunar la descripción pragmática con la presencia de un criterio lingüístico. Hoffmann (1987) centra su clasificación en la relación que se establece entre el emisor y el receptor.

A pesar de lo anterior, existe entre quienes pretenden una clasificación lo más completa posible la intención de aunar bajo una misma tipología diversos parámetros de clasificación que reflejen la complejidad del texto como unidad de comunicación. Así, Gläser (1993) es la primera en plantear un modelo multinivel que da cuenta de la dimensión situacional y lingüística de los textos de especialidad. Ciapuscio (2003) explota este principio de los multiniveles y elabora una teoría propia en la que se analizan elementos pertenecientes a los diferentes niveles que componen la textura del discurso de especialidad.

A continuación exponemos las clasificaciones sobre las que se ha construido una tipología ad hoc basada en el principio de multiniveles y que recoge aspectos importantes de otras tipologías (véase § 2.3.4.4).

2.3.4.1. El modelo de Loffler-Laurian

Anne-Marie Loffler-Laurian (1983) presenta una clasificación de los textos de especialidad centrada en la situación comunicativa, especialmente en relación con la personalidad del emisor y del receptor, así como las características del canal empleado para la transmisión del mensaje en la que se pueden distinguir seis tipos de discurso científico.

Tabla 3. Tipología de textos de especialidad según Loffler-Laurian (1983)

		Emisor	Mensaje [canal]	Receptor
+	Discurso científico especializado	Científico Técnico	Revistas monoespecializadas	Científico Técnico
	Discurso semi-vulgarización científica	Investigador científico	Revistas multiespecializadas con prestigio	Nivel formativo universitario
-	Discurso de vulgarización científica	Periodista científico	Revistas multiespecializadas sin prestigio	Público general
-	Discurso científico pedagógico	Docente	Manual de iniciación	Estudiantes en vías de especialización
	Discurso científico académico	Estudiante en grado de especialización	Tesis, memoria, trabajo de investigación	Tribunal Docente Especialista
+	Discurso científico oficial	Equipo de investigadores especializados Administrativo especializado	Formularios Informes	Equipo oficial no especializado

Los tres primeros discursos –el discurso científico especializado, el discurso de semivulgarización científica y el discurso de vulgarización científica– se organizan en orden decreciente mientras que los tres siguientes, el discurso científico pedagógico, el discurso científico académico y el discurso científico oficial se organizan de manera creciente en función de los distintos niveles de competencia cognitiva de los interlocutores y el carácter más o menos especializado y prestigioso de las publicaciones que actúan como canal de transmisión.

En el discurso científico especializado intervienen un emisor y un receptor que comparten un grado de conocimiento similar sobre un mismo dominio, o al menos el receptor posee un conocimiento suficiente como para comprender de forma completa el mensaje. Se trata de una comunicación intraprofesional. Este versa sobre el dominio de especialidad del emisor y se transmite por medio de revistas especializadas exclusivamente en el tema en cuestión dirigidas a un público especialista bastante restringido.

El discurso de semivulgarización científica es producido por un investigador científico y se dirige a un receptor con sólidos conocimientos y una cultura científica considerable, por lo que el público, si bien más extenso que en el caso anterior, continúa aún siendo relativamente restringido. Se trata de un discurso interprofesional. El mensaje se transmite por medio de prestigiosas revistas especializadas en una gama amplia de temas científicos.

El discurso de vulgarización científica es emitido por un periodista científico especializado en un tema en concreto y va dirigido a un extenso público que busca un acceso fácil y rápido a información sobre ese tema. Se trata de una comunicación profesional-lego. El canal empleado es una revista multiespecializada sin prestigio y que trata temas de actualidad de interés científico.

Como podemos observar, estos tres niveles del discurso científico, desde el más elevado al más bajo, se organizan en función del grado de conocimiento compartido en el dominio de especialidad y del prestigio de las publicaciones empleadas como medio de difusión de la información. A diferencia de los anteriores, los tres tipos de discurso que siguen se organizan según el ámbito profesional en el que tiene lugar la comunicación y que dan lugar a situaciones comunicativas particulares.

El discurso científico pedagógico se produce entre un docente y un estudiante en proceso de formación universitaria. El mensaje suele adquirir la forma de un manual introductorio o de iniciación al tema especializado y se transmite en el ámbito de la docencia universitaria, por lo que las circunstancias de la comunicación están condicionadas por las características propias de la docencia y el aprendizaje en niveles avanzados.

El discurso científico académico tiene lugar entre un estudiante en proceso de especialización o un especialista y un tribunal, profesor o especialista encargado de la evaluación del trabajo, que en este caso toma la forma de tesis doctoral, trabajo de investigación, memorias de investigación, etc. El mensaje se transmite en forma de documentos especializados de carácter administrativo dirigidos a una instancia política como formularios o informes.

Esta autora establece además una correlación entre los distintos tipos de definiciones empleados en el discurso científico, denominación, equivalencia, caracterización, análisis, función y los diferentes niveles de la tipología identificada. De este modo, en el discurso científico especializado rara vez aparecen definiciones; en el discurso de semivulgarización científica las definiciones suelen adoptar la forma de análisis o función, es decir, la descripción de un concepto mediante las partes u objetos que lo componen o la explicitación de la función para la que ese concepto ha sido concebido; en el discurso de vulgarización, las definiciones pueden aparecer en cualquiera de los tipos mencionados anteriormente, a excepción de la caracterización, pues pretenden contribuir a la comprensión; el discurso pedagógico suele ofrecer sobre todo definiciones en forma de denominación o introducción de un término más transparente para el lego, caracterización o adición de información en forma adjetival (bien mediante adjetivos bien mediante subordinadas de relativo) y análisis.

2.3.4.2. El modelo de Hoffmann

Lothar Hoffmann (1987) aborda la tarea de investigar las lenguas de especialidad partiendo de una teoría lingüística basada en la descripción del sistema de una lengua, por lo que toma en consideración los rasgos fonético-fonológicos, gramaticales y léxico-semánticos siguiendo así la división del lenguaje en niveles establecida por Saussure.

Con este fin adopta diferentes orientaciones que le guiarán en un análisis de las lenguas de especialidad que él denomina cumulativo:

Por análisis textual cumulativo entiendo la integración de todas las características distintivas importantes en cada uno de los niveles de la jerarquía lingüística, que va en dirección descendente desde las macroestructuras y los recursos de textualización hacia la sintaxis, el léxico, las categorías gramaticales y los morfemas que las representan (Hoffmann 1987 *apud* Hoffmann 1998: 146).

La orientación léxica se centra en el estudio del vocabulario y la necesidad de encontrar denominaciones para los nuevos conocimientos y descubrimientos científicos y técnicos.

La lingüística económica prioriza el lenguaje de la economía en tanto que presupone que el derecho, los usos y costumbres, las organizaciones políticas, sociales y económicas se encuentran reflejadas en su lengua.

La estilística funcional proporciona un punto de vista según el cual es posible describir los diversos usos de los recursos lingüísticos a partir de los diferentes objetivos comunicativos.

Desde una perspectiva filosófica, Hoffmann analiza la función cognitiva y comunicativa del lenguaje e intenta dar respuesta a la pregunta de hasta qué punto el lenguaje natural puede serle de ayuda a la hora de obtener, fijar y comunicar sus conocimientos.

La orientación traductológica presta atención a la noción de equivalencia y a los recursos disponibles en las distintas lenguas partiendo de la bibliografía existente en cada lengua sobre las lenguas de especialidad.

La teoría de los sublenguajes, que mencionábamos con anterioridad, describe la relación de las lenguas de especialidad entre sí y la de estas con la lengua general.

La lingüística funcional se encarga de estudiar la diferenciación funcional del lenguaje con el objetivo de encontrar criterios para la clasificación de los textos especializado.

Estas dos últimas concepciones, con las aportaciones de los demás puntos de vista, constituyen los pilares básicos sobre los que se fundamenta el modelo de Hoffmann

para una tipología de los textos de especialidad y que procedemos a describir a continuación.

Funcionalmente es necesario incluir criterios para la clasificación de los textos de especialidad como el ámbito comunicativo y temático, el nivel de especialización, el canal de la comunicación y la perspectiva de tratamiento del tema, si bien uno de los más importantes es la intención con la que el emisor produce el texto. No obstante, estos criterios no permiten precisar las condiciones pragmáticas en que tiene lugar la comunicación, de ahí que haya que recurrir a la descripción de los factores extralingüísticos.

El modelo de Hoffmann se centra en tres aspectos principales: el nivel de abstracción, la forma lingüística externa, el entorno y los participantes en la comunicación.

Tabla 4. Tipología de textos de especialidad según Hoffmann (1987)

	Nivel de abstracción	Forma lingüística	Ámbito	Participantes en la comunicación
A	Más elevado	Símbolos artificiales para elementos y relaciones	Ciencias fundamentales	científico ↔ científico
B	Muy elevado	Símbolos artificiales para elementos; lenguaje general para las relaciones (sintaxis)	Ciencias experimentales	científico (técnico) ↔ científico (técnico)
C	Elevado	Lenguaje natural con terminología especializada y sintaxis muy controlada	Ciencias aplicadas y técnica	científico (técnico) ↔ directores científico-técnicos de la producción material
D	Bajo	Lenguaje natural con terminología especializada y sintaxis relativamente libre	Producción material	directores científico-técnicos de la producción material ↔ maestros ↔ trabajadores especializados
E	Muy bajo	Lenguaje natural con algunos términos especializados y sintaxis libre	Consumo	representantes del comercio ↔ consumidores ↔ consumidores

En esta tipología se pueden distinguir cinco estratos o niveles denominados A, B, C, D y E. El nivel A supone el nivel máximo de abstracción; integra en su forma lingüística externa símbolos artificiales para los elementos y sus relaciones; suele emplearse en el ámbito de las ciencias fundamentales teóricas donde la comunicación se produce de científico a científico.

El nivel B comprende textos con un nivel de abstracción muy elevado; recurre al empleo de símbolos artificiales para los elementos pero utiliza el lenguaje natural para

la sintaxis; se da principalmente en las ciencias experimentales, donde los interlocutores son científicos o técnicos y ayudantes científico-técnicos en su ámbito de especialidad.

El nivel C se caracteriza por un nivel de abstracción elevado; utiliza principalmente el lenguaje natural con gran cantidad de terminología especializada y una sintaxis muy controlada; suele aparecer en las ciencias aplicadas y la técnica, donde los actores que intervienen en la comunicación son normalmente científicos o técnicos y directores científico-técnicos de la producción material.

El nivel D se refiere a un nivel de abstracción bajo; emplea principalmente el lenguaje natural con gran cantidad de terminología y sintaxis relativamente libre; suele darse en el ámbito de la producción material, en el que la comunicación tiene lugar entre los directores científico-técnicos y los maestros y trabajadores especializados.

El nivel E supone el nivel más bajo de abstracción; recurre al lenguaje natural con algunos términos especializados y una sintaxis libre; aparece generalmente en el sector terciario (servicios y consumo), donde la comunicación se produce entre los representantes de la producción material, los proveedores de bienes y servicios y los consumidores.

2.3.4.3. Teoría de multiniveles: el modelo de Ciapuscio

La teoría de multiniveles surge con el fin de facilitar la cuestión de la clasificación de los textos de especialidad. El problema de las anteriores propuestas radica en sus limitaciones para ser aplicadas a cualquier tipo de texto, en cualquier contexto, sobre cualquier ámbito de especialidad. En un intento por superar dichas limitaciones y ampliar las posibilidades de aplicación de las tipologías existentes, la teoría de multiniveles integra en un modelo de clasificación completo y complejo las diferentes dimensiones textuales que cobran especial significación en el discurso de especialidad.

Gläser (1993) inicia esta nueva propuesta de clasificación de textos de especialidad basada en el paradigma de los multiniveles, con una tipología en la que destaca la superestructura textual, la perspectiva del emisor respecto al tema y al receptor, la complejidad del vocabulario técnico y el recurso a ciertos mecanismos estilísticos.

Parodi (2004) también aplica este enfoque a su tipología, que debe solventar, a su juicio, el problema descriptivo que suponen los imprecisos límites entre las categorías a

las que se atribuyen los textos dentro de la especialidad o la no especialidad. Con este fin incorpora a su modelo aspectos relativos a la estructura textual tales como su carácter, expositivo, argumentativo, normativo, etc.; al contexto espacio-temporal, como el ámbito de producción; a las relaciones sociales e institucionales, como la audiencia original; a las funciones comunicativas: referencial expresiva, apelativa, etc.

Guiomar Elena Ciapuscio (2000; Ciapuscio y Kuguel 2002, 2003) es seguidora del enfoque cognitivo-procedimental en el que se basan diversas tipologías complejas como las que acabamos de exponer. Con su tipología de multiniveles, Ciapuscio pretende reflejar el conocimiento sobre clases textuales de los hablantes, que los habilita para producir y comprender textos.

El modelo de Ciapuscio parte de una concepción del texto como sistema complejo y dinámico, por lo que aúna una doble perspectiva, del texto hacia el término y del término hacia el texto, puesto que “el saber sobre clases textuales se origina a través de ordenamientos multidimensionales de representaciones prototípicas en distintos niveles” (Ciapuscio y Kuguel 2002: 44-46). El modelo se construye, por tanto, sobre la base de los distintos niveles de los textos, a saber, funcional, situacional, contenido semántico y formal-gramatical.

Tabla 5. Tipología de los textos de especialidad según Ciapuscio (2003)

Nivel funcional	Nivel situacional	Nivel de contenido semántico	Nivel formal-gramatical
<ul style="list-style-type: none"> • Expresar • Contactar • Informar • Dirigir • Jerarquía funcional: <ul style="list-style-type: none"> ○ Estructura ilocutiva • Secuenciación funcional 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación interna o externa a la disciplina • Interlocutores <ul style="list-style-type: none"> ○ Especialista-semilego ○ Especialista-lego ○ Semilego-semilego ○ Semilego-lego • Relación entre interlocutores • Número de interlocutores • Parámetros espacio temporales 	<ul style="list-style-type: none"> • Tema del texto • Actitudes temáticas • Perspectiva sobre el tema • Formas primarias/derivadas • Partes textuales • Tipo de despliegue temático 	<ul style="list-style-type: none"> • Máximas de formulación de la clase textual • Formas lingüísticas/no lingüísticas • Aspectos gramaticales <ul style="list-style-type: none"> ○ Recursos sintácticos ○ Recursos léxicos

El primero de los niveles hace referencia a las funciones textuales, esto es el “efecto de los textos en el contexto de la interacción social” (Ciapuscio 2003: 98). Tales efectos pueden ser *expresar, contactar, informar o dirigir*.

Rara vez se encuentran en el discurso textos monofuncionales, puesto que lo normal es que en la intención del emisor es crear diversos efectos; es más, entre las funciones que acabamos de mencionar existen zonas de transición o solapamiento. En este sentido, un texto no puede ser exclusivamente directivo, en tanto que para provocar una reacción en el receptor o para hacerle asumir una determinada actitud es absolutamente necesario que además tenga un valor informativo, es decir, que exista un proceso de transmisión de la información.

Dado que suelen ser varias las funciones que aparecen en los textos parece necesario identificar las funciones que predominan en el texto y diferenciarlas de aquellas que solo presentan un carácter subsidiario.

El nivel situacional analiza los elementos que determinan las características de la situación comunicativa en que se circunscribe el texto como vehículo para la transferencia del conocimiento. Corresponde, por tanto, a los factores ambientales y sociales de la comunicación.

Entre los factores ambientales cabe destacar tiempo y lugar. Entre los factores sociales encontramos la relación entre los interlocutores, que puede ser simétrica o asimétrica en función del grado de conocimiento compartido en la materia; el número de interlocutores que intervienen en la comunicación, por ejemplo un emisor único y una audiencia que puede ser muy restringida o extremadamente amplia; el papel social de los actores de la comunicación, que va desde el especialista al lego, pasando por un nivel intermedio, el semilego.

En el nivel de contenido semántico se analiza el contenido del texto, su tema y el punto de vista desde el que se aborda, es decir, la perspectiva de tratamiento que recibe dicho tema. Para determinar estos elementos se recurre con frecuencia al análisis de la actitud temática del productor textual, la modalidad empleada para reflejar en el texto la verdad del contenido, el grado de certeza de su saber o el grado de interés, así como a la identificación de las formas primarias (originales) o secundarias (derivadas de contribuciones originales como ocurre en los textos de divulgación).

En lo que respecta a la presentación de los distintos bloques informativos tiene mucho que ver la superestructura textual, esto es, la disposición de la información en secciones retóricas más o menos estandarizadas y propias de una determinada clase textual, por ejemplo la organización *IMRAD* de los artículos experimentales. La macroestructura describe el contenido semántico del texto a partir de secuencias retóricas que reflejan modos de conceptualizar sucesos o estados de cosas, las cuales pueden ser descriptivas, narrativas, expositivas, argumentativas y directivas.

El último de los niveles hace referencia a los aspectos formales y gramaticales de los textos, o lo que es lo mismo, la superficie textual entendida como la particular selección y combinación de recursos verbales y no verbales. Para ello, se analizan las máximas retórico-estilísticas, así como la cantidad de terminología y la introducción de información nueva mediante reformulaciones o definiciones.

No obstante lo anterior, para una caracterización completa de los textos de especialidad es necesario saber cuáles de estos parámetros son más propios de los textos pertenecientes a cada uno de los niveles de especialidad. Así, las funciones *informar* y *dirigir* aparecen en los textos muy especializados con el fin de influir en la formación de opinión sobre los avances o descubrimientos científicos, mientras que en el caso de los textos divulgativos pretende generar en el receptor una actitud positiva sobre la ciencia y, subsidiariamente, dirigir hacia hábitos saludables o prácticas responsables para con el medioambiente. El papel social de los interlocutores es determinante para la atribución de un texto a uno u otro nivel de especialidad. Igualmente, la perspectiva sobre el tema es determinante para la identificación del grado de especialidad.

2.3.4.4. Propuesta ad hoc

Las clasificaciones expuestas anteriormente parecen solaparse y coincidir con los estilos científicos descritos por Gutiérrez Rodilla (1999), entre los que puede distinguirse un estilo verbal predominante en los textos de divulgación, un estilo mixto propio del discurso de semivulgarización científica (por su carácter intermedio) y un estilo simbólico vinculado a los niveles más altos de especialización del discurso científico.

Así las cosas, para nuestra clasificación de los textos que formarán parte del corpus y la recopilación del corpus mismo hemos aplicado unos criterios de clasificación partiendo de las clasificaciones de Loffler-Laurian (1983), Hoffman (1987) y Ciapuscio

(2003) y teniendo presentes los estilos científicos de Gutiérrez Rodilla, a fin de recoger los aspectos más interesantes en función de los objetivos de nuestro trabajo en una clasificación ad hoc, tal como puede observarse en la Tabla 6.

Tabla 6. Caracterización ad hoc de los textos de especialidad

	Nivel funcional	Nivel situacional	Nivel semántico	Nivel formal
Texto científico especializado	Informar (referencial)	<ul style="list-style-type: none"> • Interlocutores: Científico-científico • Comunicación intraprofesional • Relación: simétrica • N° interlocutores: grupo reducido 	Perspectiva sobre el tema: teórica o aplicada	<ul style="list-style-type: none"> • Formas no lingüísticas • Densidad terminológica alta
Texto científico semiespecializado	Informar	<ul style="list-style-type: none"> • Interlocutores Científico-semilego • Comunicación interprofesional • Relación: simétrica/asimétrica • N° interlocutores: grupo numeroso 	Perspectiva sobre el tema: teórica y/o didáctica	<ul style="list-style-type: none"> • Formas no lingüísticas • Densidad terminológica media
Texto de divulgación científica	Informar (dirigir, educar)	<ul style="list-style-type: none"> • Interlocutores: Científico/semilego-lego • Comunicación profesional-lego • Relación: asimétrica • N° interlocutores: grupo muy numeroso 	Perspectiva sobre el tema: divulgativa	<ul style="list-style-type: none"> • Formas no lingüísticas • Densidad terminológica baja

2.4. Información gráfica y gestión del conocimiento especializado

2.4.1. La representación del conocimiento especializado

La representación del conocimiento ha sido tratada desde múltiples puntos de vista y han contribuido a definir este concepto materias tan diversas como la Filosofía, las Ciencias cognitivas, la Psicología, la Lingüística y la Terminología, cada una de ellas poniendo un énfasis particular en los aspectos que presentan mayor interés para sus objetivos como disciplinas.

En cualquier caso, la representación es solo uno de los aspectos de la gestión del conocimiento, paso intermedio entre la adquisición de conocimiento y su transferencia (véase Ilustración 8). Para Cámara (2004) estas tareas –generación, adquisición,

representación y transferencia– no son procesos inamovibles sino “actos relacionados con la gestión del conocimiento e interconectados entre sí” que dan cuenta de un proceso muy dinámico y complejo no lineal.

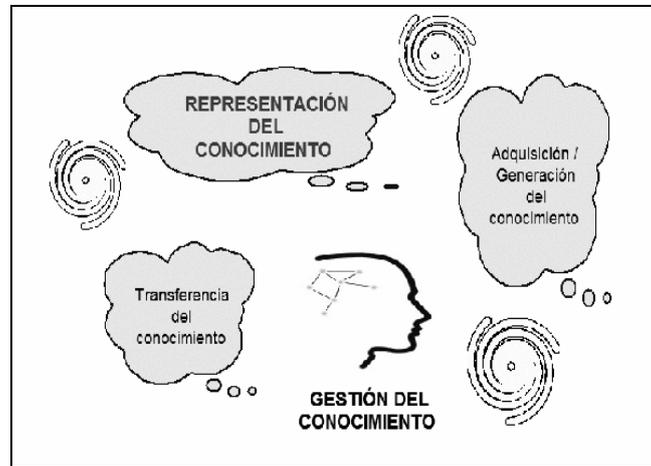


Ilustración 8. Procesos de gestión del conocimiento (Cámara 2004)

Monterde (2004b) analiza los distintos modelos de representación que se han ido proponiendo desde los ámbitos que acabamos de mencionar. Así, encontramos la propuesta abstracta de Platón, la realista de Aristóteles, el modelo conceptual de Tomás de Aquino y los paradigmas de Arnauld y Nicole, Frege, Ogden y Richards, Peirce, Wüster, pasando por cognitivistas como Langacker, Lakoff o Jackendoff y las propuestas de Lyons, Drodz, Felber, Galinski, Budin, Oeser, Weissenhoffer, Gerzymisch-Arbogast, Picht, Suonuuti y Myking. De entre todos ellos, los modelos filosóficos han sido la base para la construcción de los demás y hacen referencia a la relación entre *signo-concepto-cosa*; los modelos lingüísticos destacan la relación entre *nombre-pensamiento-referente*; los modelos cognitivistas vinculan *símbolo-representación-objeto*.

La perspectiva ofrecida por la Cognición constituye probablemente el punto de partida para el resto de disciplinas, de manera que entendemos la representación del conocimiento especializado como el proceso mediante el cual las unidades que integran el saber propio de un área de especialidad se sustituyen por otros elementos. Es decir, representar el conocimiento no es otra cosa que escribir mediante algún tipo de lenguaje u otro medio de comunicación, símbolos o imágenes que corresponden a un estado de cosas en el mundo (Brachman y Levesque 1985 *apud* Faber 2002).

Aunque son muchas las disciplinas que contribuyen a una mejor comprensión de la representación del conocimiento, desde nuestro punto de vista, son tres las que mejor han tratado de explicar esta tarea, la Filosofía, la Semiótica y la Cognición. Partiendo de los estudios realizados en este campo, entendemos la representación del conocimiento a modo de triángulo circunscrito y proponemos un modelo propio, basado en el conocido triángulo semiótico de Felber (1984: 100).

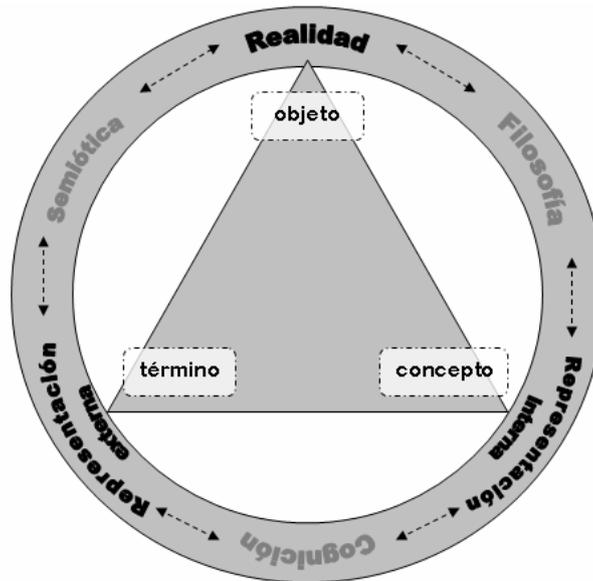


Ilustración 9. Triángulo circunscrito para la representación del conocimiento especializado

En cada uno de los vértices de este triángulo se encuentran el mundo de lo real, donde se ubican los objetos o referentes; las representaciones externas, en especial, su forma más común, los términos, y las representaciones internas, esto es, las estructuras conceptuales que permiten figurarnos la realidad en la mente.

El círculo en el que se inscribe el triángulo marca las relaciones entre cada uno de los vértices del triángulo. De este modo, la Semiótica describe la relación entre la realidad y su representación externa en forma de términos, ilustraciones, definiciones, explicaciones, etc.; la Filosofía, por su parte, se ocupa de la relación entre la realidad y su representación interna, es decir, la aprehensión de las características de la realidad y su configuración conceptual en forma de estructuras mentales; por último, las Ciencias de la cognición, entre las que se encuentra la Terminología por compartir algunos de sus principales objetivos, tratan de analizar la relación entre las representaciones externas e

internas, es decir, estudian cómo representar externamente lo que se encuentra en el interior de nuestra mente, no se sabe muy bien organizado de qué manera.

La importancia de esta propuesta es entender cómo se representa el conocimiento conjugando la triple perspectiva procedente de la Semiótica, la Filosofía y la Cognición, en tanto que constituyen hoy día los pilares sobre los que se apoya la investigación lingüística, en especial en lo que se refiere a la relación entre el lenguaje verbal y el gráfico. Asimismo, la interdisciplinariedad de nuestro modelo permite acercar tres planos interrelacionados pero que hasta ahora parecían independientes: lo real, el medio de representación y las estructuras mentales que hacen posible la gestión del conocimiento.

Monterde (ibíd.), consciente de los aciertos de los paradigmas descritos desde los diferentes puntos de vista en relación a diferentes aspectos de la representación del conocimiento especializado, realiza una propuesta integradora que recoge los múltiples formatos de representación del conocimiento que pueden emplearse en la codificación de la información.

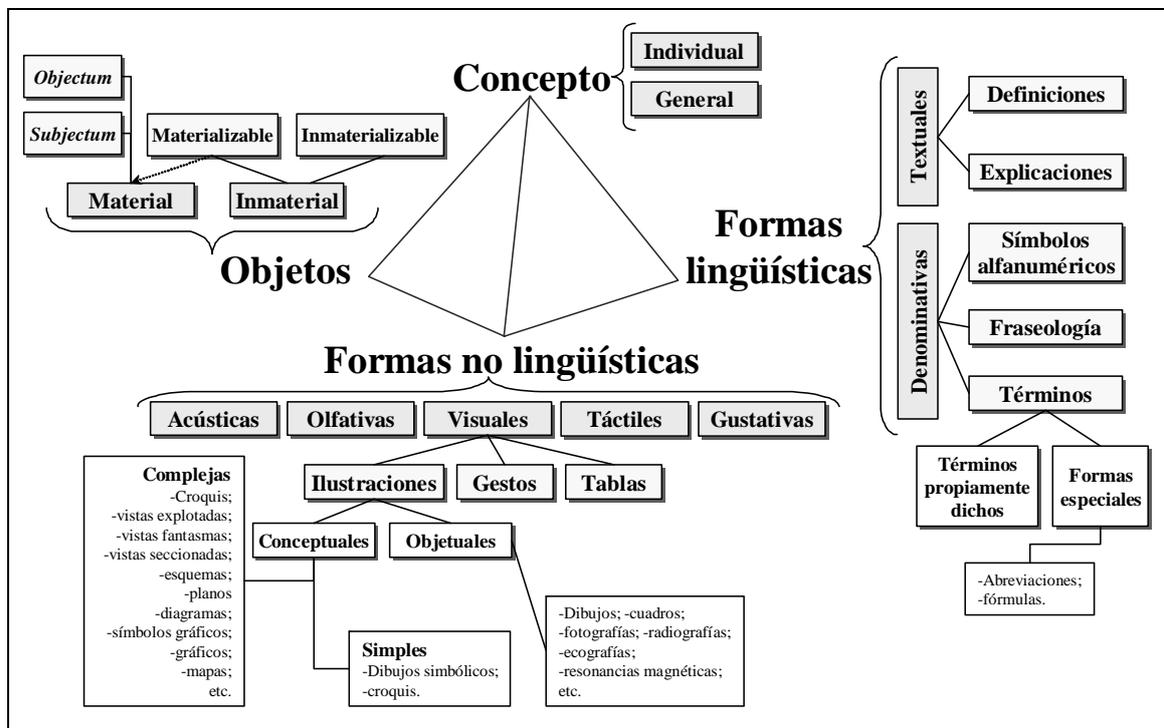


Ilustración 10. Modelo de representación del conocimiento según Monterde (2004b: 67)

Como decíamos anteriormente, la Terminología no se ha preocupado lo suficiente de estudiar el papel de la representación del conocimiento mediante información gráfica, si bien Cabré (1999a: 104) reconoce las ilustraciones como una forma de representación de los conceptos de especialidad al definir las como “iconic units that reproduce the idea that individuals have of a certain class of objects in the real world”.

Sin embargo, las imágenes no tienen por qué proceder necesariamente de la percepción visual, sino que tienen que ver con el modo en que categorizamos una determinada situación (Cuenca y Hilferty 1999: 79). Así, la representación gráfica del conocimiento especializado puede tener lugar a dos niveles: las representaciones internas a modo de imágenes mentales o esquemas de imagen e imágenes visuales (físicas); en otras palabras, “images of what is inside or internal” y “external images” o “all that is out there” (Forrester 2000: 15, 125).

2.4.1.1. Representaciones internas

Las representaciones internas del conocimiento se ubican según nuestro modelo de representación del conocimiento (véase Ilustración 9) en el plano del concepto, a medio camino entre la Filosofía y la Cognición. Sin embargo, el modelo de Monterde apenas menciona este tipo de representaciones puesto que recibe una orientación más cercana a la Semiótica.

A pesar de ello, diversas teorías que han procurado identificar la estructuración y organización del conocimiento a modo de guiones, esquemas, escenas, marcos y demás estructuras de conocimiento han tratado de arrojar un poco de luz sobre la famosa “caja negra”.

Uno de los aspectos más significativos de las representaciones internas es su papel en los procesos de comprensión. Por este motivo, presentamos a continuación algunos modelos que explican qué elementos se ponen en juego cuando procesamos la información y la relevancia que tiene la información gráfica en el proceso.

De acuerdo con la *Teoría de la codificación dual* (Paivio 1971; 1986), existen dos sistemas independientes de procesamiento de la información, de manera que la información verbal se interpreta en un módulo específico al igual que la información gráfica. Así se justifica que, a pesar de los límites de la memoria de trabajo, los

receptores de información configurada en ambos formatos puedan comprender mejor y más rápido tanto el contenido semántico especializado como el funcionamiento del sistema científico representado, siempre y cuando sean capaces de construir una serie de relaciones referenciales entre ambos módulos de representación. Estas relaciones referenciales permiten la integración activa de los procesos cognitivos que tienen lugar durante la comprensión de los dos tipos de información.

Según Mayer y Gallini (1990) esta eficacia en la adquisición de conocimiento se pone particularmente de manifiesto cuando texto e imágenes se presentan contiguamente en el espacio, pues se agiliza la resolución de problemas en tanto que el trabajo conjunto de ambos módulos permite la construcción de dos sistemas mentales diferentes, uno procedente del procesamiento de la información verbal y otro de la gráfica. Sendos modelos deberán integrarse en uno solo mediante la realización de conexiones referenciales entre representaciones verbales y visuales con el fin de integrar el conocimiento adquirido con el almacenado previamente y fomentar la construcción de un modelo mental único (Schnotz 1993: 247; Faber et al. 2007).

De esta manera, la doble codificación de información explica que, en determinadas circunstancias, las imágenes mejoren la comprensión de fenómenos físicos y técnicos, especialmente si los textos y las ilustraciones tienen carácter explicativo, contenidos relacionados, si se presentan de forma conjunta y si los receptores de la información que transmiten poseen escasos conocimientos previos en el tema.

No obstante, Schnotz y Bannert (2003) distinguen dos tipos de representaciones internas que participan en los procesos de comprensión, *descriptive* y *depictive*, algo así como representaciones descriptivas y figurativas. Esta distinción parte del hecho de que los procesos de comprensión de texto y los de imagen emplean distintos principios de representación y, en consecuencia, intervienen de manera diferente en la adquisición del conocimiento.

Entre las descriptivas encontramos la representación mental resultante del procesamiento de un texto y su contenido, dado que describen la representación de un objeto mediante símbolos. Entre las figurativas, las que más interés merecen en nuestro trabajo, cabe mencionar las imágenes y modelos mentales. La diferencia entre ambos es que las imágenes mentales requieren un proceso de visualización, es decir un

mecanismo de percepción que no es necesario en el caso de los modelos mentales. Estos modelos mentales, como los esquemas de imagen, constituyen representaciones más abstractas en tanto que omiten detalles irrelevantes sobre el objeto o sistema científico que sí incluyen las imágenes mentales, más ricas en detalles.

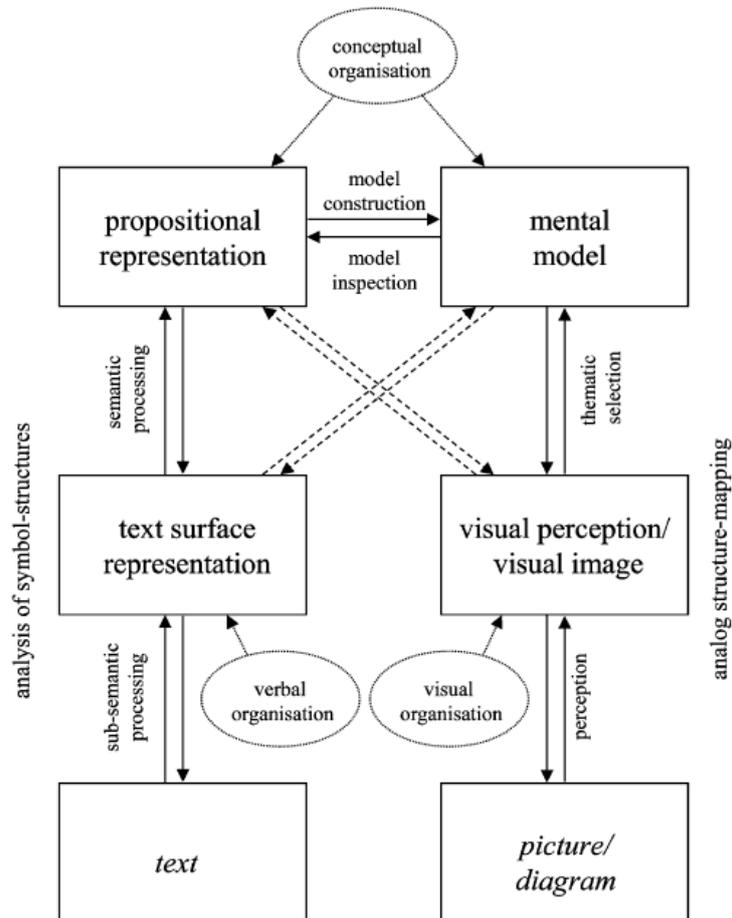


Ilustración 11. Modelo integrado de comprensión (Schnitz y Bannert 2003: 145)

El modelo de Schnitz y Bannert profundiza en las propuestas básicas de la Teoría de la codificación dual y el Principio de contigüidad. Más que insistir en la existencia de dos sistemas diferenciados de procesamiento de la información en la memoria de trabajo, incluye dos ramas según el tipo de representaciones, descriptivas y figurativas.

La primera de ellas comprende el texto (externo), la representación mental de la estructura textual (interna) y la representación proposicional de su contenido semántico (interna). La interacción entre tales representaciones se produce mediante el procesamiento de los símbolos. En el caso de las representaciones figurativas, destacan la ilustración (externa), la percepción visual o imagen mental (interna), así como el

modelo mental (interno) del objeto representado figurativamente. Como resultado de todo este proceso, el receptor de la información puede construir una representación mental de la superficie y el entramado textual.

Frente a quienes apoyan la existencia de dos módulos de procesamiento de la información se encuentran tanto los autores que proponen un modelo de código único de acuerdo con el cual la información gráfica se transforma en proposiciones abstractas almacenadas en la memoria semántica, como los que creen que las imágenes poseen un efecto de superioridad que las dota de mayor probabilidad respecto de la información textual a la hora de ser procesadas semánticamente (Anglin, Vaez y Cunningham 2004: 871).

Pese a todo esto, la información se presenta con demasiada frecuencia en formas que pueden sobrecargar los recursos cognitivos del receptor y saturar la limitada capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo dificultando y ralentizando la comprensión. La Teoría de la carga cognitiva (Baddeley 1986) postula que el material pedagógico debe adaptarse a la arquitectura cognitiva de los seres humanos aumentando la capacidad de la memoria de trabajo o disminuyendo la carga cognitiva a la que ésta está sometida (Cook 2006: 1076). En esta línea, el objetivo de las ilustraciones en procesos de transferencia de conocimiento debe ser ayudar a los receptores de nuevos conocimientos a desarrollar y automatizar esquemas de forma que sea posible reducir la carga de la memoria de trabajo contribuyendo así a una resolución de problemas más ágil (Anglin, Vaez y Cunningham 2004).

Existen una serie de factores que determinan el nivel de carga cognitiva; entre los condicionantes de tipo causal (*causal factors*) se encuentran las características del receptor (su capacidad y competencia cognitiva), la complejidad de la tarea, la situación en que tiene lugar así como la relación entre el receptor y su entorno. Los factores de evaluación (*assessment factors*) incluyen la carga mental, el esfuerzo mental de procesamiento y la actuación.

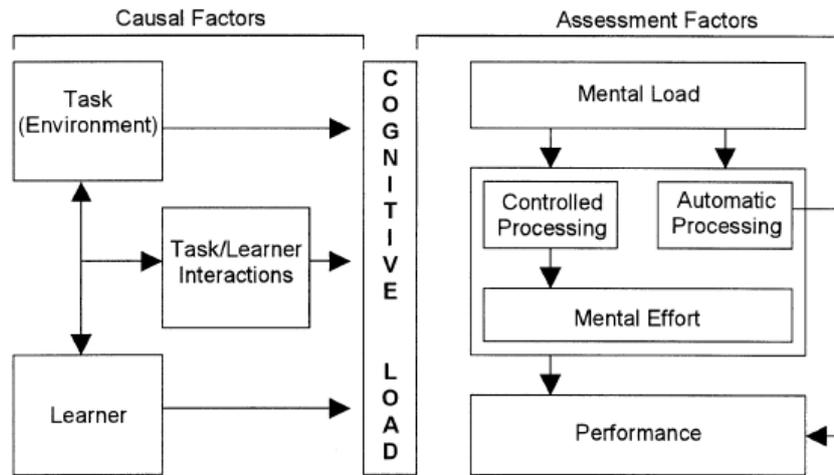


Ilustración 12. Factores determinantes de la carga cognitiva (Kirschner 2002: 4)

Si la información es presentada de una manera organizada que responda a las estructuras de conocimiento, como marcos o guiones⁵, con las que parece que trabajan los mecanismos cognitivos se pueden construir representaciones internas a modo de esquemas que contribuyan a disminuir la carga de trabajo que enviamos a la memoria de trabajo y aumentar la eficacia de los procesos de comprensión.

2.4.1.2. Representaciones externas

Las representaciones externas son objeto de estudio tanto de la Semiótica como de las Ciencias cognitivas, que tradicionalmente también han venido prestando gran atención al término como elemento prototípico. Obviamente, este tipo de representaciones incluyen elementos pertenecientes a diversos sistemas de comunicación codificados mediante signos reconocibles y perceptibles por alguno de los sentidos.

El modelo de Monterde (2004b) establece las relaciones entre objeto, concepto y forma de representación sobre un prisma piramidal, de modo que se destacan las formas lingüísticas y las no lingüísticas. Las formas lingüísticas siempre han constituido un objeto de estudio para la Terminología, en tanto en cuanto esta disciplina, en sus comienzos, tenía un carácter fundamentalmente lingüístico y analizaba los conceptos, los términos y la relación entre ambos desde esta óptica. Monterde, basándose en las

⁵ Schank y Abelson (1977) definen el guión o *script* como una secuencia de esquemas a modo de episodios de una historia que permiten a los individuos realizar inferencias en aras de una mejor comprensión.

nuevas corrientes terminológicas como el sociocognitismo o la TCT, que destacan las condiciones en que se lleva a cabo la comunicación, hace especial hincapié en las formas no lingüísticas, particularmente en las ilustraciones.

El principio teórico que subyace a este modelo se basa en la concepción de que el aprendizaje tiene lugar gracias a la interacción de los seres humanos con el medio en que se desarrolla su vida y, particularmente, a partir de la experiencia adquirida para con los objetos de la realidad; de ahí, que algunos modelos de representación del conocimiento sitúen los modelos visuales en un lugar destacado dentro del famoso triángulo (véase Ilustración 13).

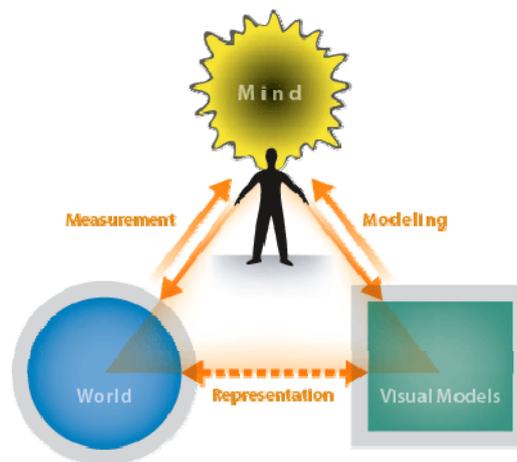


Ilustración 13. Modelos visuales en la representación del conocimiento (Clemens 2006)

Sin embargo, esa interacción solo es posible a través de la percepción sensorial que permite la construcción de modelos visuales y hace las veces de puente entre la mente y el mundo, por lo que nuestros sentidos constituyen el medio gracias al cual recibimos la información procedente de una realidad extrasensorial, la organizamos en modelos visuales y la representamos mediante información gráfica.

Así las cosas, cualquier información es, en primera instancia, susceptible de ser configurada en formatos reconocibles por alguno de los cinco sentidos, dando lugar a códigos o sistemas de comunicación acústicos como el silbo canario, táctiles como el método Braille de lectura para ciegos o visuales como el lenguaje de banderas en navegación y aeronavegación. A pesar de que no se han desarrollado sistemas basados en el olfato ni en el gusto, la Semiología nos invita a pensar que también estos sentidos permiten recibir información; de hecho, el olor provocado por determinadas hormonas

transmite entre ciertos grupos de animales la información sobre el celo o la disposición a la reproducción, o bien el sabor agrio de la leche que nos indica que puede estar en mal estado.

Podemos, por tanto, hacer una diferencia entre formas de representación lingüísticas y formas no lingüísticas, en función de si interviene o no el lenguaje humano, pero todas son susceptibles de formar parte de un código de comunicación de representaciones externas. Un código es una convención social por la cual al componente formal de una función semiótica se le asocia un significado, de manera que el signo puede ser reconocido tanto por el emisor como por el receptor de un mensaje (Sevilla 2003: 194).

A diferencia de lo que postulaba la Teoría de la codificación dual, a veces es difícil relacionar los distintos tipos de representaciones externas que se presentan para una misma información. No siempre ofrecer múltiples representaciones externas contribuye a una mejor comprensión. Para que esto ocurra deben darse tres condiciones: que complementen, que restrinjan y que construyan. Las múltiples representaciones externas deben, por una parte, proporcionar información complementaria o que ayude a otros procesos cognitivos; por otra, deben acotar la información ofrecida por otra forma de representación y restringir posibles interpretaciones erróneas; por último, deben construir un conocimiento más profundo.

Como metodología para la didáctica de la interpretación de los textos producidos con códigos no verbales, Sevilla (ibíd.) propone:

- reconocer la existencia de códigos no verbales;
- comprender el funcionamiento de los códigos no verbales y
- establecer un paralelismo entre la estructura del texto no verbal y la forma en que se articulan los conceptos de las materias en que se emplean estos códigos.

Por su parte, el estudio de las lenguas de especialidad debe prestar atención al funcionamiento de los códigos no verbales, es decir, a la identificación de los signos o funciones semióticas empleadas en el texto como vehículos de representación del mensaje, el significado convencional atribuido a cada uno de ellos, sus posibles implicaciones socioculturales y el análisis de la relación entre los signos lingüísticos y no lingüísticos. Ello debe permitirnos traducir el texto al código verbal, lo que en última

instancia supone la comprensión de la información transmitida en una modalidad con la que el receptor está más familiarizado.

Por ejemplo, Sevilla y Sevilla (1999: 148) argumentan que es necesario reconocer a qué código pertenecen signos como G o $=$ para transmitir la información de forma concisa y coherente. En el primer caso, se trata de un signo perteneciente al código de magnitudes físicas cuyo significado es constante de gravitación universal y puede relacionarse con otros signos del mismo código como F (fuerza), M (masa de mayor tamaño), m (masa de menor tamaño) o d (distancia). En el segundo caso, nos encontramos con un signo del código de funciones matemáticas que significa igualdad y que, a su vez, se relaciona con otros signos como \cdot (producto) o x^2 (segunda potencia).

A pesar de esta diferencia, ambas formas, lingüísticas y no lingüísticas, se conjugan para facilitar los procesos de transferencia de conocimiento pues, aunque diferentes, se trata de formas complementarias e interdependientes. Concretamente, en situaciones de comunicación especializada, sobre todo en el discurso altamente especializado, existe una estrecha relación entre representaciones lingüísticas y no lingüísticas; por ejemplo, es fácil encontrar términos tanto dentro como fuera de la ilustración, que representen los conceptos de una imagen, las explicaciones hacen referencia a las partes de la ilustración y describen el concepto representado por la imagen. Esta dependencia entre las formas lingüísticas y no lingüísticas se hace más débil en textos semiespecializados y divulgativos (Monterde 2002b).

En el presente trabajo, trataremos de comprobar la relación existente entre texto e imagen y prestaremos atención a la cantidad de información gráfica que se presenta en situaciones comunicativas de diverso nivel de especialización.

Como acabamos de ver, la representación del conocimiento se ocupa de las distintas formas de representación, externas (lingüísticas y no lingüísticas) e internas, y de cómo se relacionan entre sí. De este modo, en los procesos de comprensión del mundo se construyen representaciones conceptuales que actúan a modo de patrones de identificación (Faber 2005) al tiempo que, para la transmisión y representación del conocimiento, se emplean diversos formatos de configuración de la información no necesariamente lingüísticos o textuales.

Por tanto, podemos aplicar el *principio de iconicidad del lenguaje* (Givon 1985) a otros formatos de representación del conocimiento, como las ilustraciones. De acuerdo con dicho principio, una experiencia es fácil de almacenar, recuperar y comunicar si existe isomorfismo, esto es, una relación de semejanza en cuanto a forma, entre ella y el código utilizado para representarla. Consecuentemente, en un proceso de transferencia de conocimiento hay que tener en cuenta, por un lado, el contenido o componente semántico, el objeto de dicha transferencia o concepto, y por otro, el vehículo o mecanismo empleado para ello, es decir, la representación comunicativa (Picht 2002).

De este modo, la información transmitida por imágenes que acompañan a textos científico-técnicos parece proporcionar por vía visual una comprensión de los conceptos contenidos en dichos textos y ello nos lleva a analizar las imágenes de acuerdo con su función en la estructura textual y la percepción y recepción por parte del usuario en lo que respecta a su relación con el concepto representado o con el texto del que forma parte (Tercedor, López y Robinson 2005).

2.4.2. Interacción entre texto e imagen: el papel de la ilustración en el discurso científico-técnico

En la nueva sociedad de la información y con las nuevas perspectivas que se abren en Traducción gracias a modalidades relacionadas con los contenidos multimedia (Localización, Doblaje, Subtitulado y Audiodescripción), se hace necesaria la intervención de mediadores que adecuen el mensaje transmitido visualmente al grado de conocimiento y características del receptor en la cultura meta.

La representación gráfica sobresale en el lenguaje científico-técnico, ya que este se caracteriza por tratar de transmitir información de forma clara y precisa, por lo que muchas veces recurre al uso de información gráfica para hacer que la comunicación sea más rápida y sencilla, más fluida en definitiva (Sevilla y Sevilla 1999).

La importancia de las imágenes en el discurso científico-técnico radica, en parte, en el componente cultural que afecta a diversos parámetros definatorios de las ilustraciones dado que conceptualizar ciencia implica crear representaciones mentales de los conceptos (Tercedor y Abadía 2005). Con el fin de evitar sesgos, los ilustradores

deberían diseñar las imágenes internacionalizando los aspectos culturales, en lugar de localizarlos y adaptarlos a las convenciones de la cultura meta.

Si en la creación de representaciones mentales pueden surgir problemas de tipo cultural, en la producción de representaciones gráficas se presenta la paradoja que a continuación describe la fábula del ilustrador científico (Rey Daluz 2005):

Érase una vez un científico necesitado de ojos y manos; de ojos para mirar las cosas, y de manos para plasmar con exactitud en línea y sombra todo aquello que veía. Y así mirando y mirando, miraba que no podía hacer de todo, por lo que, decidido a no perder más tiempo en quehaceres que no eran suyos, pidió ayuda.

Érase otra vez un ilustrador a cuya puerta no acudían ni la virtud ni la sorpresa. Dibujaba, como se dibuja en este mundo, cosas de la superficie de las cosas, objetos grandes y cotidianos sin oponer nunca otra mirada a la suya, casi sin reservas.

Un día, científico e ilustrador coincidieron por ahí, por el mundo, y decidieron que a veces estaría muy bien trabajar juntos, sumar ojos y miradas para ver qué pasaba. Así, años después del encuentro, aún siguen sin ponerse de acuerdo sobre cuál de las dos miradas es la que debe primar en los dibujos que juntos elaboran; a veces piensan que lo mejor es que cada uno cierre un ojo para sumar así una sola mirada y no dos discordantes.

De cualquier manera y a pesar de sus diferencias, siguen construyendo, ilustrando y aprendiendo a mirar con los ojos del otro, porque bien es sabido que cuatro ojos ven más que dos.

La ilustración científica y técnica tiene el deber de aunar la doble visión del científico y del ilustrador de manera que las características del objeto científico queden representadas de la forma más adecuada de acuerdo con los objetivos de quien transmite la información y las necesidades de quien la recibe mediante el uso de los diferentes recursos que ofrece el proceso de ilustración. Para ello es recomendable que el ilustrador se pregunte: ¿cuál es el objetivo de la imagen?, ¿pretende enseñar o simplemente llamar la atención?, ¿cómo se puede mostrar este objetivo de forma clara al receptor? (Ottino 2003: 476).

La ilustración de textos científicos presenta, como vemos, algunos problemas, por lo que es importante que las imágenes ni ignoren la ciencia ni contradigan el hecho científico, tampoco deben ser más complejas de lo estrictamente necesario (ibíd.).

Como puede verse en la Ilustración 14, la representación de la ciencia como sistema natural implica una tarea de codificación de la información mediante un sistema formal.

Para extraer la información representada es necesario invertir el proceso y realizar una tarea de decodificación.

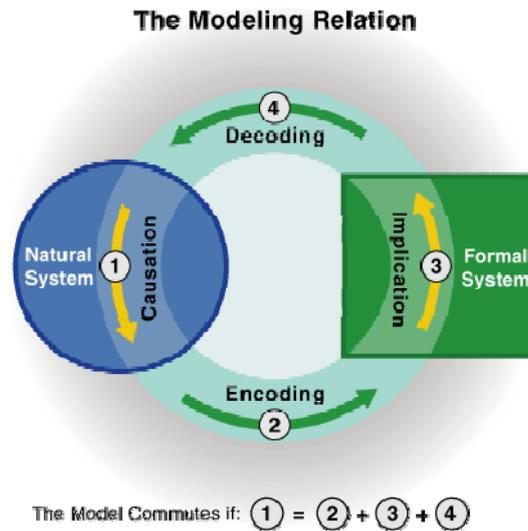


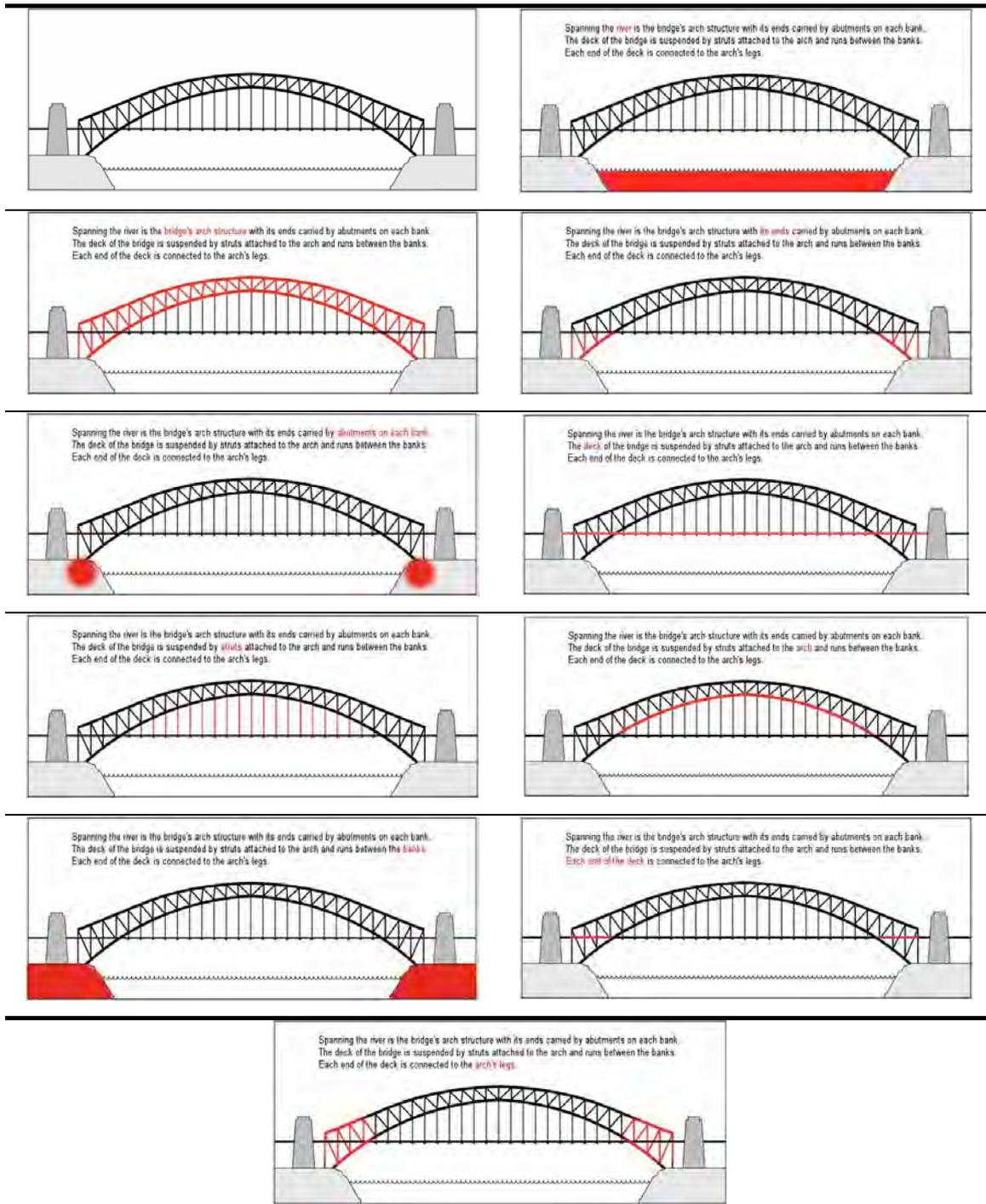
Ilustración 14. Modelo de representación del conocimiento científico (Clemens 2006)

Dentro de los sistemas formales que entran en juego en la representación del conocimiento científico encontramos representaciones visuales. La ilustración científica, de acuerdo con Powley (1995), puede definirse sencillamente como “the accurate depiction of objects and concepts in engineering and science”. Sin embargo, la realidad de la ilustración, su comportamiento en el texto y su relación con la estructura textual del discurso es mucho más compleja de lo que esta simple definición refleja.

Aunque más adelante estudiaremos la relación entre información gráfica y textual (véanse § 2.4.4.1.3 y § 6.2.2) mediante la representación de relaciones conceptuales, el siguiente ejemplo nos permite introducir el tema de la relación texto-concepto. La Tabla 7 muestra un fragmento de texto sobre el concepto BOWSTRING ARCH BRIDGE y su correspondiente representación gráfica (léase la secuencia de imágenes de izquierda a derecha y de arriba abajo).

Tabla 7. Descripción gráfica y textual del concepto BOWSTRING ARCH BRIDGE

*Spanning the river is the **bridge's arch structure** with its **ends** carried by **abutments** on each **bank**. The **deck** of the bridge is suspended by **struts** attached to the **arch** and runs between the **banks**. **Each end of the deck** is connected to the **arch's legs**.*



El ejemplo anterior recoge en una secuencia de imágenes estáticas lo que en realidad es una animación. El texto muestra una descripción lingüística de los componentes de este puente de arco atirantado y lo hace de un modo lineal que no resulta en absoluto indicativo de la parte de la estructura del puente a la que hace referencia. La representación gráfica, por su parte, dirige la atención a un aspecto particular del texto,

resaltando en cada momento la parte del puente correspondiente y facilitando así su comprensión.

De cara a una traducción especializada, este tipo de descripciones puede ser de gran utilidad, puesto que en todo momento el traductor puede ver el referente de cada uno de los conceptos que ha de traducir y encontrar la equivalencia en su lengua meta. Igualmente importante puede ser la inclusión de representaciones como la de la Tabla 7 en bases de datos terminológicas como la creada en PuertoTerm (véase Ilustración 4).

La percepción visual de las imágenes, es decir la identificación de un segmento de información como imagen por medio de la vista, ha sido una de las aproximaciones que más se ha utilizado en el estudio de las ilustraciones: la perspectiva renacentista de Brunelleschi (1420), la teoría de parecidos de James J. Gibson (1971), la línea constructivista de E. H. Grombrich (1972), la teoría generativista de M. Hagen (1978), la aproximación desde los postulados de la Gestalt de R. Arnheim (1969), la línea del comportamiento intencional de J. Hochberg (1983), la teoría mentalista de J. M. Kennedy (1985), la aproximación desde un punto de vista semiótico de J. Knowlton (1966), la teoría del sistema de símbolos de N. Goodman (1976) y, desde las ciencias cognitivas, la teoría de la visión computacional de D. Marr (1982) (Anglin, Vaez y Cunningham 2004).

Parece claro, llegado este punto, que la visualización del conocimiento, como la representación del conocimiento es un ámbito interdisciplinar, en el que intervienen las ciencias cognitivas, el diseño gráfico y la infografía.

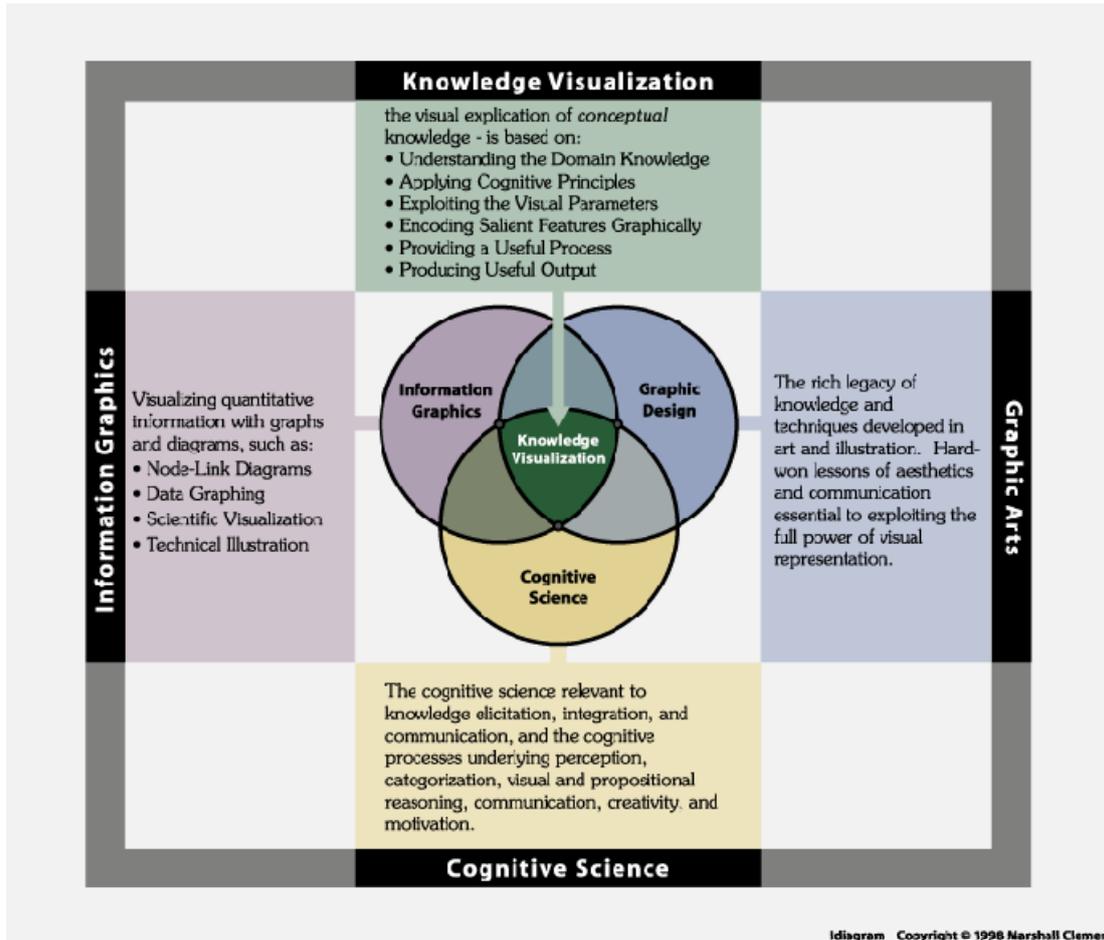


Ilustración 15. Interdisciplinaria de la visualización del conocimiento (Clemens 2006)

La labor del ilustrador comprende, por tanto, tareas propias del infografista y del diseñador gráfico:

- transmitir información por medio de gráficos, dibujos, textos, fotos y/o ilustraciones de forma manual o por medios informáticos;
- idear y proyectar mensajes visuales, contemplando necesidades estilísticas, informativas, de persuasión, de innovación, etc.

Todo ello se realiza desde la óptica de la ciencia cognitiva, encargada de analizar la capacidad para percibir, codificar, almacenar, recuperar, reconocer, comprender, organizar y usar la información recibida a través de los sentidos.

En consecuencia, el proceso de visualización del conocimiento implica la conversión de modelos mentales en modelos visuales para facilitar la comunicación, en la que intervienen también los receptores de la información transmitida mediante el proceso inverso, la conversión de modelos visuales en modelos mentales que le permitan

relacionar el conocimiento nuevo con el conocimiento previamente almacenado y recrear así el funcionamiento de un sistema científico.

De acuerdo con este enfoque, el ilustrador debe analizar y reflexionar sobre los esquemas de imagen (*image-schema*) que tiene en su mente para construir conceptos y poder así producir ilustraciones que permitan conectar la información gráfica con nuestras imágenes mentales sobre los fenómenos del mundo real.

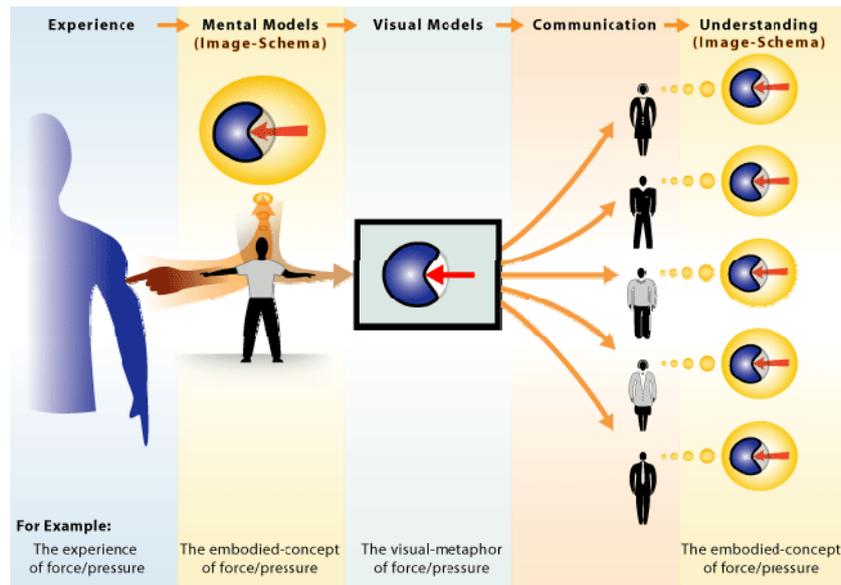


Ilustración 16. Los esquemas de imagen en el proceso de ilustración

Este trabajo pretende recuperar una línea de estudio poco tratada donde la Semiótica y la Cognición, nexos de unión entre el lenguaje verbal y el gráfico, serán los pilares de nuestra aproximación al estudio de las ilustraciones como vehículo de representación del conocimiento especializado en el discurso científico-técnico. Desde este punto de vista, una imagen se define por tres hechos que componen su naturaleza (Valverde 2001: 1):

- la selección de la realidad sensorial, esto es, el concepto que va a ser representado y que constituye el objeto central de la ilustración;
- el conjunto de elementos y estructuras de representación específicamente icónicas, es decir, los aspectos formales que permiten representar gráficamente el concepto;

- la sintaxis visual que, mediante la combinación de los elementos formales, persigue una función concreta en relación con el texto del que forma parte la imagen.

A modo de ejemplo presentamos la Ilustración 17, alusiva al concepto ESCORRENTÍA SUPERFICIAL. Como puede observarse, la realidad sensorial es el propio concepto de ESCORRENTÍA, representado como fenómeno de la interfaz tierra-agua; los elementos icónicos empleados para ello son los colores y formas que denotan el agua y las partículas de suelo a través de las cuales se produce la infiltración. La sintaxis visual supone la combinación de estos elementos con la finalidad de destacar las características centrales del concepto: la doble representación para favorecer la comparación entre el fenómeno de la escorrentía en suelos secos y suelos saturados; el uso de elementos no icónicos como flechas y la descripción de lo icónico mediante título, texto explicativo y notas aclaratorias.

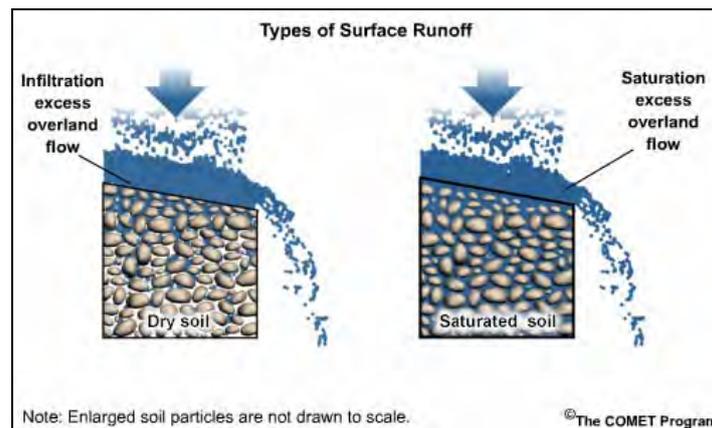


Ilustración 17. Representación gráfica del concepto ESCORRENTÍA SUPERFICIAL

Estas características de la ilustración la dotan de un componente semántico y sintáctico que hacen de la información gráfica un sistema de signos completo, independiente y con leyes propias de funcionamiento encaminadas a facilitar una rápida lectura de los datos que proporciona y, por consiguiente, la memorización de dicha información (Sevilla y Sevilla 1999: 146). Este sistema está presente en todo tipo de discursos, entre los que sobresale el lenguaje científico-técnico.

La información gráfica en sus diferentes modalidades, como veremos en § 2.4.3, mantiene una estrecha relación con el texto científico en la medida en que interviene en

los procesos cognitivos que tienen lugar durante el procesamiento de la información científica y técnica (Graesser, León y Otero 2002).

En primer lugar, contribuye al *reconocimiento* o identificación de los conceptos especializados; en segundo lugar, permite la *recuperación* de conocimiento ya adquirido y la producción de contenidos relacionados; en tercer lugar, participa en el proceso de *comprensión* mediante inferencias, paráfrasis, explicaciones; en cuarto lugar, permite la *aplicación* del conocimiento a una situación, caso o problema concretos; en quinto lugar, produce un *análisis* mediante el cual se establecen relaciones entre los diferentes elementos; en sexto lugar, ayuda a la *síntesis* o ensamblaje de distintos elementos y estructuras para, por último, llegar a la *evaluación* de la validez o eficacia de un proceso o entidad, como se percibe en la Ilustración 18.

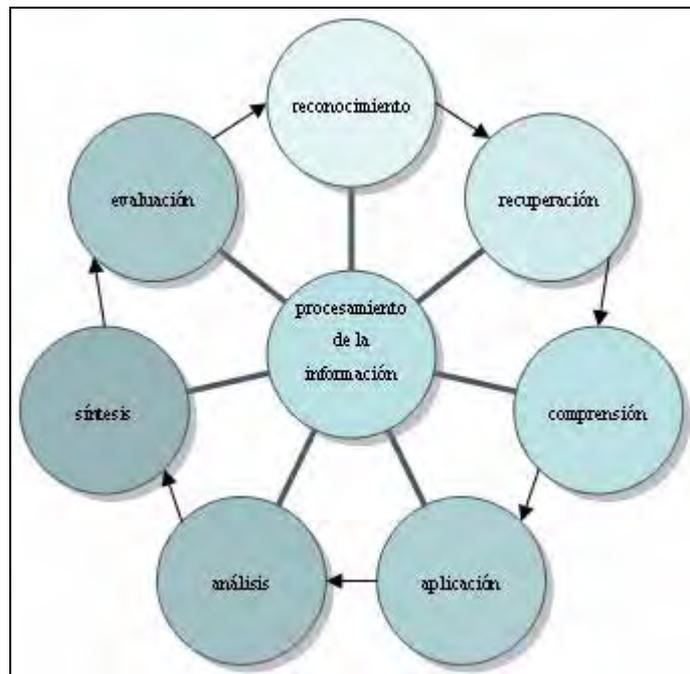


Ilustración 18. Procesamiento de la información científico-técnica

2.4.3. Ilustración y traducción

La información gráfica, como hemos comprobado, desempeña un papel muy importante en el texto y, en consecuencia, las imágenes, como elementos funcionales con valor comunicativo, merecen especial atención durante el proceso de traducción. Según Sánchez Trigo (2005: 137), estos elementos de naturaleza paratextual, fundamentales para la comprensión de textos científicos y técnicos, han sido poco estudiados a pesar de

que suelen plantear problemas de traducción por su carácter esquemático y condensador de conceptos. Su inclusión en bases de datos terminológicas facilitaría el acceso a una información no estática y contextualizada.

Según Horn-Helf (2005), durante los años 70 y 80 del siglo XX, la práctica habitual con textos ilustrados para su traducción era dejar el espacio en blanco correspondiente a la imagen para posteriormente insertarla y proporcionar la traducción de los términos de la ilustración en una hoja aparte.

Ya en la década de los 90, los textos se presentaban en formato electrónico, de forma que el traductor sobrescribía el texto original y traducía las inscripciones textuales contenidas en la imagen. Sin embargo, los ilustradores rara vez tenían en cuenta que el espacio requerido para el texto traducido desde el inglés a lenguas como el español era mayor, por lo que existían restricciones que obligaban, en el mejor de los casos, a acortar la traducción o incluso a alterar el formato de la imagen.

Aún hoy, este es el tratamiento que recibe la información gráfica, a no ser que el traductor tenga conocimientos de edición digital de imágenes, destrezas que se van incorporando a una competencia tecnológica cada vez más amplia y exigente con los traductores.

En consecuencia, tratar de racionalizar el uso de estos recursos gráficos no es un capricho, sino una necesidad acuciante acrecentada por la primacía de la imagen en los nuevos tipos de documentos (véase § 2.4.3.1) que son objeto de lo que se han denominado modalidades de traducción subordinada o paratraducción: el subtítulo, el doblaje, la audiodescripción, la localización o la traducción para la web.

2.4.3.1. Nuevos documentos en entornos multimedia

Los cambios producidos en la sociedad de la información y el conocimiento han puesto de manifiesto la necesidad de volver a tomar en consideración la noción de documento y su tratamiento, en tanto que han promovido la aparición de nuevos tipos de documentos difíciles de clasificar, a saber, documentos icónicos, audiovisuales, digitales y multimedia (Pinto 2006). En estos tipos textuales, generalmente basados en la red, la imagen ocupa un lugar preeminente.

Los documentos icónicos contienen imágenes además de texto y su estructura básica es la del documento de imagen simple, aunque se pueden encontrar los siguientes subtipos: documento de imagen móvil, de texto imagen y documento cinematográfico y televisivo (reportajes, anuncios, noticias, películas, documentales). A pesar de que este tipo de documentos presentan un carácter flexible basado en un código icónico y en un canal eminentemente visual, restringen su potencial informativo debido a las necesidades del usuario y al espectador de la imagen.

Los documentos audiovisuales combinan diversos códigos y canales para la transmisión de la información, lo que aporta mayor complejidad estructural a un mensaje dinámico conformado por tres subsistemas: sonoro, visual y transformaciones audiovisuales de carácter técnico y retórico.

Los documentos digitales no constituyen un tipo aparte puesto que, hoy día, prácticamente cualquier documento se puede transformar en formato digital; presentan la particularidad de codificar la información en forma de dígitos binarios para su almacenamiento y procesamiento.

Los documentos multimedia implican una integración de medios combinando texto, sonido y vídeo y parten del registro informático de material audiovisual.

Como es de suponer, la información gráfica que predomina en el entorno audiovisual que rodea las nuevas modalidades de traducción y el carácter multimedia de estos documentos ha planteado nuevas dificultades al traductor especializado, que ha de desarrollar estrategias para la resolución de los problemas de traducción generados por la presencia de imágenes en textos de especialidad. Entre las principales dificultades encontramos que:

- la imagen solo tiene un papel decorativo y no aporta información relevante al receptor del texto traducido;
- la imagen no ofrece una descripción textual que permita reconocer su contenido semántico;
- la descripción textual se encuentra incrustada en la propia imagen impidiendo su traducción;
- las fuentes empleadas en la imagen están codificadas y son difíciles de cambiar;

- el espacio disponible en la imagen para la adición del texto traducido es reducido.

Desde nuestro punto de vista existen dos vías que pueden contribuir a una mejor gestión de la información gráfica: por una parte, llevar a cabo un proceso de visualización del contenido gráfico que sirva como reflexión de su papel en el texto; por otra parte, guiarse por un modelo de uso de información gráfica que sirva a los traductores de referencia en la toma de decisiones. De esta manera, la información gráfica será un recurso valioso para identificar el registro, la función y el foco de la información en el texto, a la que se debe procurar acceso a todo tipo de usuarios.

2.4.3.2. Accesibilidad

Estos documentos y la combinación de los distintos formatos de codificación de la información que conllevan plantean el problema de que no todos los receptores pueden acceder al conocimiento en las mismas condiciones. La accesibilidad supone un intento de integrar a todos los usuarios posibles en la sociedad de la información, lo que no solo significa proporcionar información a personas con discapacidad. Los nuevos documentos y los entornos multimedia en que se transmite el conocimiento que acabamos de exponer permiten que la información esté disponible y sea accesible para personas con distintos niveles de conocimiento y, por tanto, la accesibilidad web también beneficia a otros usuarios, incluidos los que tienen poca habilidad lectora (Prieto, Tercedor y López 2007).

Esta acepción de accesibilidad es la que cobra importancia al hablar de información gráfica. A lo largo del presente trabajo hemos repetido en bastantes ocasiones la ayuda que proporcionan las ilustraciones para la comprensión, como elementos complementarios del texto. No obstante, en los nuevos documentos que acabamos de mencionar las ilustraciones contribuyen a percibir, comprender, navegar e interactuar con la web, es decir constituyen un recurso para la accesibilidad (W3C 2005).

Las imágenes científicas, cualquiera que sea su valor en el texto, persiguen una función primaria: acercar el conocimiento especializado a usuarios con determinadas necesidades cognitivas. Este papel de apoyar la transferencia de conocimiento se pone de manifiesto en la divulgación de la ciencia y los textos derivados de este proceso de popularización, si bien también está presente en textos especializados en la red, donde no existe necesidad de proporcionar conocimiento básico en la materia a los receptores

(a los que ya se les presupone por su condición de expertos), pero sí un carácter multimedia que implica una serie de condicionamientos.

En bastantes ocasiones las imágenes no ofrecen descripciones textuales y si lo hacen estas son incompletas o no reflejan los aspectos relevantes de la imagen. Así, el texto debería mostrarse de modo que pueda ser presentado como información visual a modo de subtítulos, descripciones de imágenes o transcripciones. Estas descripciones textuales deben elaborarse atendiendo a la naturaleza y la función de los distintos objetos a los que representan.

Gracias al carácter flexible de la información gráfica, las imágenes pueden adaptarse a las diferentes necesidades, preferencias o situaciones, beneficiando así a receptores sin discapacidad aunque con otras limitaciones, por ejemplo receptores con capacidades mermadas a consecuencia de la edad. En cualquier caso, saber cómo funciona el proceso de visualización que describiremos en § 2.4.4 permite desarrollar un protocolo de actuación para potenciar la concienciación sobre accesibilidad y su profesionalización en la didáctica de la traducción científica y técnica, que comprende los siguientes objetivos (Prieto, Tercedor y López 2007: 116):

- Ser conscientes de la accesibilidad como elemento básico para contenidos web y multimedia.
- Aumentar la concienciación y sensibilidad por los problemas complejos de traducción en escenarios multimedia.
- Evaluar potenciales problemas de internacionalización y localización en textos multimedia en distintos ámbitos de conocimiento.
- Familiarizarse con las herramientas disponibles para manipular objetos multimedia (imágenes, vídeo, flash, html).

Por otra parte, las ilustraciones no solo contribuyen a la mayor accesibilidad del contenido semántico de los nuevos documentos, sino que deben ser objeto de una serie de consideraciones para hacer accesible su propio contenido informativo. Las recomendaciones del W3C (2005) indican la necesidad de proporcionar descripciones textuales para los elementos no lingüísticos, por ejemplo:

- Hacer uso del atributo “alt”⁶ en el caso de imágenes y animaciones e incluir la función del elemento gráfico.
- Proporcionar equivalentes textuales para mapas visuales.
- Subtitular o transcribir los elementos de audio y facilitar descripciones de vídeo.
- Hacer uso del atributo “longdesc”⁷ para gráficos y cuadros.
- Construir tablas que puedan leerse fácilmente línea por línea y resumir su contenido.

2.4.4. El proceso de visualización del conocimiento

La visualización puede entenderse como la consecuencia lógica de un proceso de ilustración por el que se crean imágenes para transmitir un mensaje.

En esta investigación hemos optado para referirnos al conjunto de imágenes de un texto por la denominación más restrictiva de *información gráfica* en lugar de otras posibilidades más amplias como métodos de visualización o recursos visuales. La información gráfica hace referencia a los múltiples tipos de imágenes e ilustraciones que pueden aparecer en un texto; sin embargo, los recursos visuales incluyen aspectos relacionados con la tipografía, el tamaño de las fuentes y los colores, cuestiones interesantes pero que no constituyen el principal objeto de estudio de este trabajo.

Tanto la información gráfica como los demás recursos visuales constituyen vehículos para la comunicación visual, que comprende dos ramas:

- a) la visualización de la información, que hace referencia al uso de herramientas informáticas para explorar gran cantidad de datos abstractos.
- b) la visualización del conocimiento, es decir, el uso de representaciones visuales que facilitan la transferencia de conocimiento entre, al menos, dos interlocutores.

⁶ El atributo alt permite introducir una breve descripción del contenido gráfico de una imagen y se puede visualizar en la red al colocar el puntero del ratón sobre la imagen.

⁷ El atributo longdesc incluye a modo de hipervínculo el nombre del archivo que contiene una descripción más amplia sobre el contenido de la imagen.

Será esta última rama en la que nos centremos en esta investigación, es decir, en la información gráfica al servicio de la transferencia de conocimiento especializado. En el modelo de representación del conocimiento científico (Ilustración 14), se podía observar un proceso de codificación de la información mediante un sistema formal, que puede incluir representaciones visuales, que sería el que llevaría a cabo el ilustrador científico. Inversamente, el receptor de información gráfica realiza la tarea de decodificar el mensaje que percibe visualmente con el fin de comprender el conocimiento transmitido.

En este proceso es importante incluir el análisis del material gráfico como un aspecto significativo en la determinación del grado de adecuación de la imagen con respecto a la función y objetivo de un texto concreto (Tercedor y Abadía 2005). En consecuencia y dada la importancia de las imágenes en el discurso científico-técnico, es necesario tener en cuenta una serie de aspectos a la hora de gestionar las ilustraciones para ser incluidas en textos que van a ser traducidos o en recursos terminológicos, especialmente para aquellos orientados al proceso.

Entre estos criterios cabe mencionar: la percepción y la conceptualización, por los cuales una imagen debe poseer características contextualmente relevantes que focalicen la esencia del concepto que representan; debe evitar los sesgos ideológicos y socioculturales que eventualmente pudieran desvirtuar el marco textual del que forma parte la imagen; debe fomentar la inclusión de texto explicativo que complemente la información transmitida por la imagen por razones de accesibilidad.

Como hemos visto en § 2.5.2, es útil tratar de clasificar las ilustraciones de acuerdo con su función dentro de la estructura textual y con la percepción que tiene el usuario en lo referente a su relación con el concepto y el texto. En efecto, lo realmente importante en el análisis del proceso de visualización es comprender que la presencia de ilustraciones en un texto no es fortuita, sino que estas dirigen la atención del receptor a un aspecto particular del texto y que pueden clasificarse según el registro, el nivel de especialización o la relevancia geográfica (Tercedor, López y Robinson 2005).

Pinto (2006) indica que en el análisis de la imagen fija se dan cuatro operaciones interrelacionadas: visionado/lectura, análisis denotativo, análisis connotativo y representación del contenido documental y que estas pueden llevarse a cabo con tres niveles de exhaustividad según la profundidad del análisis.

La fase de visionado o lectura permite reconocer los elementos propios del lenguaje icónico determinando su contenido. Esta fase incluye un proceso de documentación exógena, es decir, una serie de búsquedas documentales sobre el objeto de análisis (su formato, composición, encuadre, etc.), que contribuya a la interpretación del contenido y a su contextualización.

El análisis denotativo se basa en la lectura objetiva de la descripción de objetos. Tiene valores formales que son elementos visuales, conceptuales, procedimentales y relaciones y, en consecuencia, nos permite reconocer la estructura representativa del documento imagen trasladándonos a la realidad espacio-temporal representada.

Por su parte, el análisis connotativo se centra en la relación entre un concepto y otros sugeridos por este, es decir, parte de una lectura subjetiva de la descripción global del documento imagen. Tiene valores expresivos comunicativos, emotivos y estéticos que nos remiten a la estructura profunda o abstracta del documento, desvelando sus argumentos más esenciales. Por ello, hacer un análisis connotativo para las imágenes científicas es crucial, pues la ilustración científica debe ajustarse a los ideales de objetividad e impersonalidad que caracterizan el discurso científico.

La Ilustración 19 representa el mundo iluminado artificialmente durante la noche y ejemplifica este análisis con bastante claridad. Denotativamente describe las zonas iluminadas y dotadas de electricidad. Sin embargo, connotativamente el mapa evoca una serie de conceptos que no se encuentran representados objetivamente pero que sí vienen sugeridos por la noción de electricidad: la distribución de la población mundial, el nivel de industrialización, el grado de desarrollo de los distintos países y, en última instancia, la irregular distribución de la riqueza.



Ilustración 19. Mapa lumínico mundial

En opinión de esta autora, es útil recurrir a las cinco W (*who, why, what, when* y *where*) para identificar los elementos principales del contenido temático de un documento imagen, esto es, quién es el protagonista de la acción, en qué consiste la acción propiamente dicha, a quién está dirigida, dónde y cuándo tiene lugar, cómo se lleva a cabo y con qué finalidad.

Finalmente, la representación del contenido documental es la síntesis textual de la información transmitida por la imagen para representar el mensaje global que conlleva con miras a la elaboración de productos documentales y terminográficos.

2.4.4.1. Fases del proceso de visualización

El análisis de la ilustración como documento imagen forma parte del proceso de activación visual del conocimiento que, de acuerdo con Mayer y Anderson (1992), comprende tres operaciones principales, especialmente en contextos multimedia: *a)* la construcción de conexiones representativas entre la información verbal y la representación verbal de dicha información; *b)* la construcción de conexiones representativas entre la información gráfica y la representación visual de dicha información; *c)* la construcción de conexiones referenciales entre representaciones verbales y visuales.

La primera de estas operaciones implica relacionar las palabras y su representación verbal, lo que desde el punto de vista de la terminología supone identificar un concepto a partir de la representación externa y verbal, esto es, el término empleado para denominarlo. Ello contribuye en gran medida a identificar la estructura conceptual que subyace a un dominio de especialidad y a activar los conceptos pertenecientes a un marco de conocimiento.

En segundo lugar, se relacionan las ilustraciones y su representación gráfica, es decir, las imágenes actúan a modo de modelo visual contribuyendo así a la construcción de un modelo mental sobre el sistema científico representado.

En último lugar, se relacionan ambos sistemas de representación del conocimiento construyendo conexiones entre representaciones verbales y visuales que vinculen información textual e información gráfica, puesto que la eficacia de los entornos

multimedia aumenta cuando las imágenes y las descripciones verbales se presentan de forma contigua.

El proceso de visualización del conocimiento se basa en la capacidad de la mente para procesar conceptos de forma visual, de ahí que sea posible una comunicación eficaz mediante elementos gráficos. Podemos decir que existe un lenguaje gráfico basado en un código no lingüístico que, al igual que el lenguaje natural, permite simbolizar las conceptualizaciones y que presenta tres niveles interrelacionados: el nivel morfosintáctico, el nivel semántico y el nivel pragmático.

Hemos analizado los rasgos formales que constituyen la morfología de las ilustraciones y cómo, de acuerdo con su sintaxis, la combinación de los distintos elementos persigue varias funciones; semánticamente, las imágenes llevan aparejado un significado denotativo y, al mismo tiempo, pueden sugerir otros conceptos mediante la connotación, pudiendo aparecer fenómenos tales como la sinonimia y la polisemia, no exclusivos del signo lingüístico; el nivel pragmático determina el uso de ilustraciones en función del nivel de especialización del texto, de las características del receptor, de las circunstancias de la situación comunicativa, etc.

Continuando con el paralelismo que hemos establecido a lo largo de este trabajo entre término e ilustración podemos afirmar que ambos constituyen formas de representación del conocimiento – lingüística y gráfica – y que por tanto están sujetos a una serie de factores que describen su comportamiento en el texto tanto en el nivel morfosintáctico como en el semántico-pragmático. En consecuencia, se podría elaborar una gramática de ilustraciones que bien podría describir la ilustración como unidad comunicativa dentro de un proceso de comunicación visual. No obstante, se trata de un objetivo, por ahora, bastante ambicioso que queda fuera del planteamiento inicial de este trabajo pero que abre nuevas perspectivas de investigación.

La visualización, entendida como lectura de un lenguaje gráfico, puede enmarcarse en el proceso de traducción y de gestión de la terminología con vistas a la producción de traducciones científicas y técnicas y productos terminográficos de calidad fomentando: *a)* la adquisición de conocimiento experto, *b)* la búsqueda de equivalentes, *c)* la gestión del conocimiento y *d)* el incremento de la competencia traductora, procesos todos ellos

que contribuyen a resolver problemas y a anticipar posibles errores (Tercedor y López 2004: 35).

El proceso de visualización aporta un componente de creatividad, es decir, cambios que introducen un elemento novedoso (Kusmaul 2005: 379). Sin embargo, para aumentar la creatividad es necesario tener una comprensión completa de los conceptos especializados, lo que puede sistematizarse mediante un proceso de visualización que comprenda las siguientes fases: 1) en la dimensión cognitiva de la comunicación, la activación de conceptos pertenecientes al mismo marco de conocimiento, 2) en su dimensión psicológica, la construcción de un modelo mental del dominio de especialidad; 3) en su dimensión semiótica, la vinculación de información gráfica y textual (Prieto 2007b).

Lógicamente, este proceso de visualización no se lleva a cabo de forma lineal. Aunque cada una de las fases que describimos a continuación es consecuencia de la anterior, el receptor de un texto de especialidad puede volver a fases anteriores con el fin de ratificar sus decisiones o cambiar las conclusiones derivadas de la visualización del material gráfico del texto.

2.4.4.1.1. Activación visual de conceptos

El proceso de visualización comienza con la identificación de los conceptos pertenecientes al dominio de especialidad. Como veremos más adelante, los marcos son estructuras de conocimiento conformadas por diversos esquemas categoriales que reflejan la organización interna característica de cada dominio especializado y resultan especialmente útiles en la representación de información terminológica. A modo de ejemplo presentamos el esquema categorial de TREATMENT, identificado en el marco del proyecto OncoTerm (Faber, López y Tercedor 2001: 186).

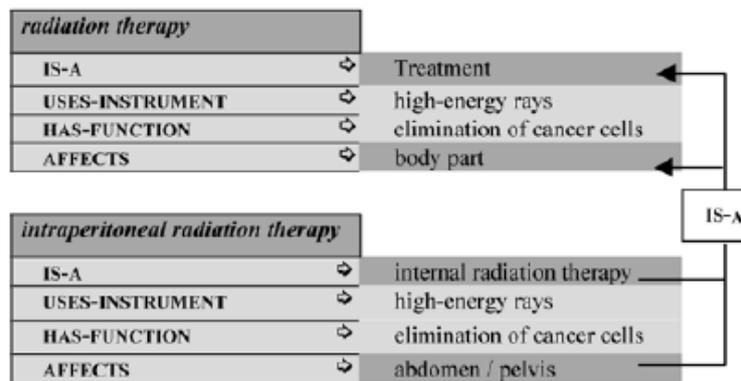


Ilustración 20. Esquema categorial de TREATMENT

De acuerdo con López, Tercedor y Faber (2006), al aplicar el esquema básico de TREATMENT a los términos que pertenecen al subdominio RADIATION THERAPY como *intraperitoneal radiation therapy*, podemos observar cómo todos los valores generados a partir de las relaciones que configuran el esquema son heredados por el concepto subordinado.

Esta organización en forma de jerarquías conceptuales permite ubicar un concepto dentro de la organización del subdominio al que pertenece a partir de las relaciones que mantiene con otros conceptos, que pueden ser hiperónimos, hipónimos o cohipónimos.

En la dimensión cognitiva de la comunicación, las imágenes, como los términos, permiten activar el conocimiento previamente almacenado en la memoria a largo plazo y lo relacionan con el conocimiento nuevo que transmiten, de modo que recuperan información ya conocida y activan una red de conceptos interrelacionados. Es precisamente este conocimiento activado por medio de ilustraciones el que contribuye sobremanera a identificar la estructura conceptual que subyace a un cierto dominio de especialidad.

Dicha identificación se produce mediante el establecimiento de una relación de los conceptos aludidos por los términos y su representación verbal en estructuras conceptuales como los marcos de conocimiento, en los que un solo concepto puede evocar el conjunto de conceptos relacionados que forman parte de la misma estructura. Esta versatilidad del marco permite agrupar los conceptos en categorías flexibles en función del papel que desempeñan en la estructura, de modo que es posible determinar

una organización conceptual que incluya todos los conceptos pertenecientes a un dominio de especialidad.

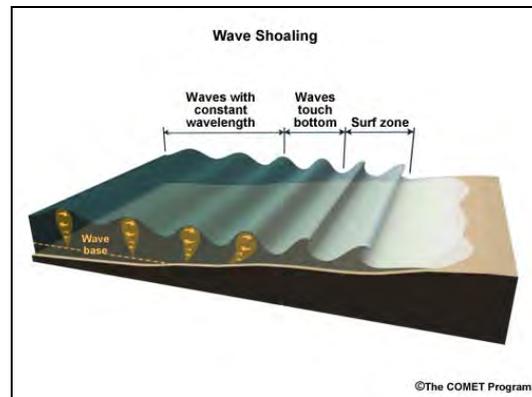


Ilustración 21. Activación de conceptos a partir de la ilustración del concepto ASOMERAMIENTO

La Ilustración 21 representa el concepto de ASOMERAMIENTO DEL OLEAJE. De un vistazo, el receptor puede realizar diversas inferencias: 1) el asomeramiento [PROCESO] tiene lugar en el punto de interacción entre el mar [AGENTE] y la línea de costa [PACIENTE]; 2) el asomeramiento forma parte de la última fase de desarrollo del oleaje [FASE DEL PROCESO]; 3) el asomeramiento está determinado por la profundidad del agua [DESCRIPCIÓN], entre otros factores.

Para identificar el concepto es necesario establecer diferentes relaciones dentro de la red léxica a la que pertenece, que formarían el siguiente esquema categorial: asomeramiento IS_A proceso de disipación, CAUSED_BY el mar, LOCATED_IN la zona de rompientes, HAS_EFFECT sobre la línea de costa y AFFECTED_BY la profundidad del agua. La identificación de tales relaciones es un paso adelante en el diseño de un marco definicional, basado en el esquema categorial descrito en § 2.4.4.1.3, que facilite la correcta ubicación del concepto en el lexicón mental.

2.4.4.1.2. Construcción de un modelo mental

A la fase de activación visual del conocimiento le sigue la construcción de un modelo mental representativo del sistema científico en cuestión. Sin embargo, para determinar las relaciones conceptuales que vinculan unos conceptos con otros se hace necesario llevar a cabo un breve análisis textual (las cinco W pueden ser de utilidad en este caso),

tal y como sugiere Pinto (2006), de forma que sea posible establecer la conexión existente entre los conceptos aludidos por las imágenes y sus representaciones visuales.

En la dimensión cognitiva de la comunicación, lo interesante es convertir los modelos visuales en modelos mentales de modo que reflejen el conocimiento acerca de conceptos especializados y muestren fielmente la situación tal y como se manifiesta en la realidad. Si el modelo mental ya existe gracias al conocimiento previamente adquirido, la imagen permite recordarlo mediante la activación de dicho conocimiento. El siguiente ejemplo representa el modelo mental OLEAJE, que resulta de las inferencias realizadas a partir de las categorías centrales del subdominio:

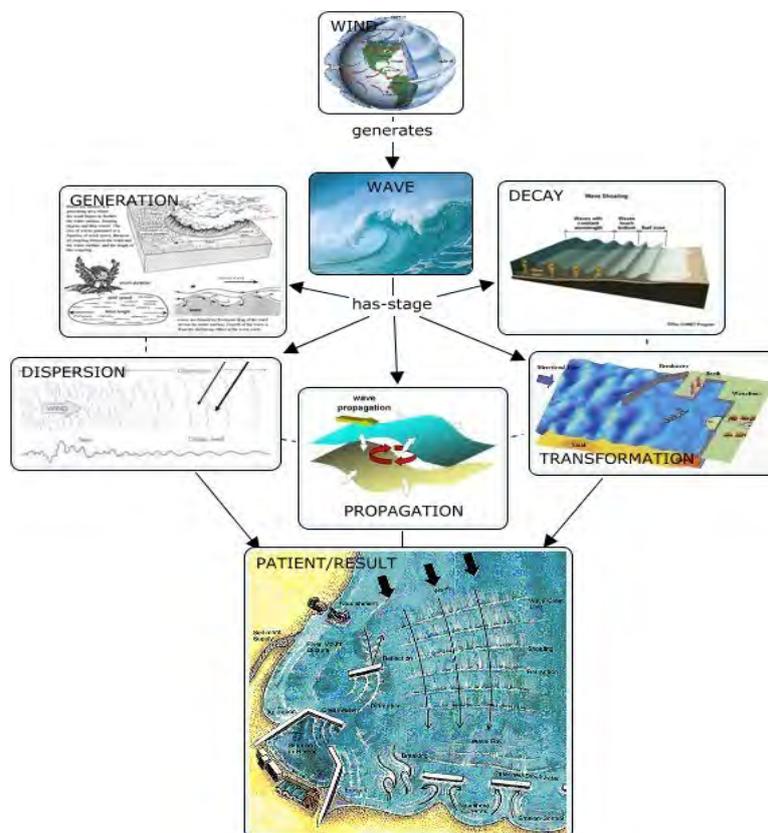


Ilustración 22. Sistema científico del OLEAJE

La Ilustración 22 muestra la generación y desarrollo del concepto OLEAJE. La construcción del sistema científico facilita la tarea de interrelacionar las ilustraciones o representaciones y las entidades del mundo real que designan u objetos representados. Así, es posible crear un modelo acerca de cómo el concepto general OLEAJE interactúa con conceptos superordinados, subordinados y coordinados pertenecientes al mismo evento, y cómo el objeto *oleaje* se comporta en la realidad. En consecuencia, se pueden

vincular nuevos conceptos con estructuras de conocimiento preexistentes mediante conexiones referenciales. En el ejemplo anterior, el viento que sopla sobre la superficie marina genera oleaje; este atraviesa diversas fases durante las cuales afecta al fondo oceánico, la costa, etc. a través de procesos subordinados como reflexión o refracción y procesos superordinados como mareas, borrascas, seísmos, etc.

Estas conexiones referenciales deberían poner de manifiesto los aspectos más relevantes de los conceptos que pertenecen al sistema, reflejar fielmente un estado de cosas, describir la situación de forma objetiva y servir de recurso mnemotécnico. La especificación de estas conexiones es equivalente a la construcción de un modelo mental de carácter visual sobre el sistema, junto con interpretaciones verbales de la relación causa-efecto en torno a la cual se articula el modelo (Mayer y Anderson 1992), como se verá a continuación.

2.4.4.1.3. Vinculación de información gráfica y textual

Los dos mecanismos más eficaces para comunicar información científica son los términos y las ilustraciones, que favorecen procesos creativos de resolución de problemas (Mayer y Gallini 1990; Kussmaul 2005). No obstante, en una dimensión semiótica de la comunicación es imprescindible establecer un vínculo entre términos e imágenes ya que ambos constituyen recursos para la representación del conocimiento. De hecho, el principio de contigüidad postula que la eficacia del aprendizaje multimedia aumenta cuando palabras e ilustraciones se presentan de forma conjunta en el tiempo o en el espacio (Mayer y Anderson 1992). Faber et al. (2006) consideran que:

[...] linguistic and graphical descriptions of specialized entities play a major role in the understanding process when both types of description converge to highlight the multidimensional nature of concepts as well as the set of conceptual relations typical of a specific subdomain.

En este artículo se defiende que la inclusión de ilustraciones en entradas terminológicas se fundamenta en las relaciones conceptuales activadas en la definición de concepto. Igualmente, la inclusión de imágenes en textos científico-técnicos contribuye a evocar el conjunto de relaciones representado en la propia ilustración y en el texto. Por consiguiente, podemos identificar un marco definicional compuesto por las relaciones inferidas: IS_A, CAUSED_BY, HAS_LOCATION y DESCRIPTION_OF.

Tabla 8. Marco definicional del concepto OLAJE

<p>OLAJE _____ [IS-A], generado por _____ [CAUSED-BY], en _____ [HAS-LOCATION] con las siguientes características _____ [DESCRIPTION-OF].</p>

Junto con la información textual, las ilustraciones proporcionan un foco visual que refuerza las relaciones conceptuales que especifican los atributos del concepto, gracias a los rasgos que caracterizan su naturaleza: iconicidad, abstracción y dinamismo.

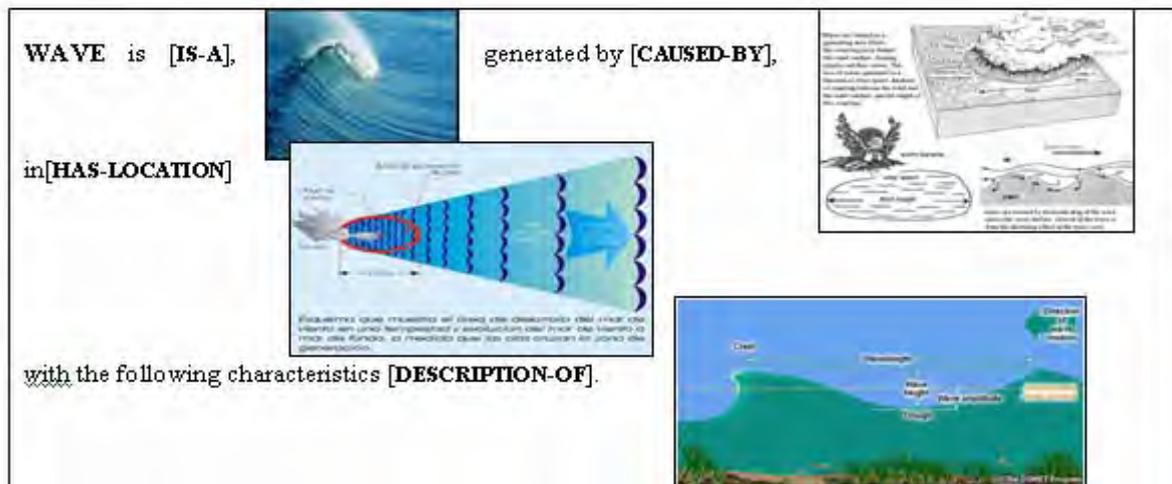


Ilustración 23. Marco visual y relaciones conceptuales

La imagen representativa de la relación IS_A es icónica, ya que presenta un elevado grado de semejanza con la entidad física referida permitiendo un reconocimiento más fácil de esta por parte del traductor. La relación CAUSE_EFFECT está representada por una ilustración dinámica que muestra el proceso de generación del oleaje y la sucesión de subprocesos que los integran. La ilustración empleada para representar la relación HAS_LOCATION alude al concepto de área de generación y presenta un escaso nivel de abstracción. Finalmente, la ilustración representativa de la relación DESCRIPTION_OF muestra una estructura de relación entre partes para presentar con claridad los diferentes parámetros que definen los distintos tipos de olas: altura, dirección, longitud de onda, etc.

Las imágenes que ilustran las relaciones conceptuales anteriores deben complementar la información textual de forma que los traductores puedan identificar con facilidad las relaciones conceptuales, comprender mejor el proceso del oleaje y fomentar la subcompetencia terminológica. No obstante, no todas las imágenes son de

utilidad para alcanzar este objetivo. Para ello, las ilustraciones deberían ser seleccionadas de manera que *a)* focalicen uno o más aspectos de la información contenida en el marco principal; *b)* presenten los niveles de iconicidad, abstracción y/o dinamismo que representen con mayor eficacia comunicativa los atributos del concepto (Faber et al. 2007).

La vinculación entre los elementos verbales y visuales del texto es la última fase del proceso de visualización y permite a los traductores interrelacionar la información codificada en los dos formatos y activar relaciones conceptuales. De este modo, ambos tipos de información se complementan procurando una adquisición completa y fiel a la realidad terminológica del dominio de especialidad. La Ilustración 24 muestra un ejemplo de visualización del conocimiento especializado a través de la vinculación de información textual y visual asociada al concepto ROMPIENTE en una base de datos terminográfica.

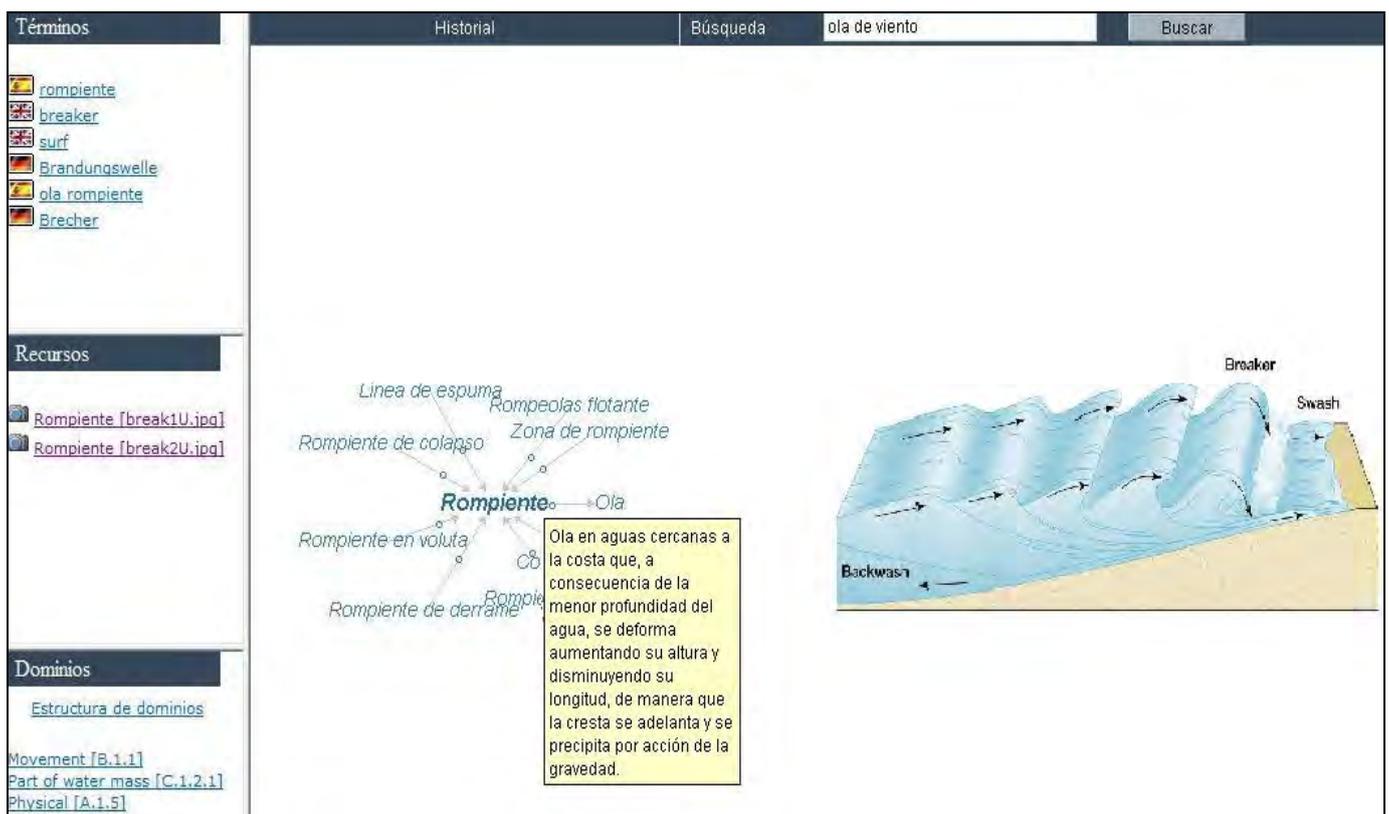


Ilustración 24. Visualización del conocimiento especializado en base de datos terminográfica

Como podemos observar, la información textual contenida en la definición de ROMPIENTE se ciñe al esquema definicional que hemos descrito anteriormente para el

concepto OLA/OLEAJE, pues al ser un tipo de ola, incluye todas las relaciones conceptuales esenciales para la caracterización de este concepto, a saber: IS_A tipo de ola, CAUSED_BY la menor profundidad del agua, HAS_LOCATION_IN aguas cercanas a la costa, HAS_DESCRIPTION mayor altura, menor longitud.

La imagen, por su parte, queda vinculada a la información textual por sus niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo, que son los que permiten representar las mismas relaciones conceptuales. Así por ejemplo, la elevada iconicidad ayuda a los receptores a categorizar el concepto ROMPIENTE como tipo de ola y a ubicarlo en aguas someras. El bajo nivel de abstracción facilita el reconocimiento de la entidad real (la rompiente propiamente dicha) y contribuye a la comprensión de su carácter procesual (asomeramiento). Este además se ve reforzado por el dinamismo presente en la ilustración, que representa las distintas fases de desarrollo de la rompiente.

2.4.4.1.4. Aplicación a la gestión del conocimiento especializado

La visualización en textos científico-técnicos puede conllevar cambios en la manera en que los usuarios de las lenguas de especialidad y, concretamente, los receptores de los textos de especialidad perciben el material con que trabajan (Mayer 1989: 59). Este proceso conduce al descubrimiento de soluciones más creativas para problemas terminológicos y fomenta el desarrollo de la subcompetencia terminológica, contribuyendo a una gestión del conocimiento especializado más coherente y a la producción de traducciones de mayor calidad, prestando atención a la noción de accesibilidad.

Entre las principales preocupaciones de terminólogos, terminógrafos, traductólogos y traductores especializados, se encuentra la de recopilar un inventario de criterios de evaluación de la gestión del conocimiento especializado en procesos de generación de recursos terminológicos y en traducción especializada. Sin embargo, cuando hablamos de *evaluación* es importante preguntarse cuál es el objeto de evaluación. Para abordar una traducción especializada, los traductores requieren:

a working knowledge of the domain or subject-field concerned i.e., familiarity with the underlying concepts and constructs, and their linguistic interpretation, [...] ensuring the use of accurate terminology and stylistically appropriate phraseology (Korkas y Pavlides 2004).

A dicho conocimiento nos referimos como *subcompetencia terminológica* y supone “uno de los aspectos clave en la revisión y en el control de la calidad en traducción” (Tercedor y López 2003: 214). Así pues, la subcompetencia terminológica desempeña un papel crucial no solo en traducción sino también en la práctica terminográfica. En consonancia con lo anterior, un buen número de criterios de evaluación aplicables a la traducción científica y técnica afectan a aspectos relacionados con el uso y gestión del conocimiento contenido en textos de especialidad mediante información gráfica, lo que se manifiesta por medio de los siguientes problemas:

Tabla 9. Problemas en la selección terminológica (adaptado de Tercedor y López 2003: 216)

Tipo de error	Manifestación en el proceso de gestión del conocimiento
Problemas inducidos por la calidad del TO	Falta de homogeneidad y coherencia
Problemas de conceptualización	Falta de conocimiento experto
Problemas procedimentales o instrumentales	Dificultad en el uso de recursos lexicográficos y terminológicos
Problemas de transferencia por diferencias lingüísticas y culturales	Calcos léxicos, préstamos, siglas, epónimos

Por ello, los formadores de traductores especializados y terminólogos deberían evaluar el grado de competencia adquirido, al tiempo que proporcionan los medios necesarios para fomentar los procesos de aprendizaje y de resolución de problemas, pues la evaluación “debe considerarse no como un fin sino como un medio para llegar a decisiones en el proceso, desde la fase de pretraducción hasta la de revisión” (Tercedor y López *ibíd.*). La información gráfica y el proceso de visualización contribuyen a incrementar la subcompetencia terminológica pues, como ya hemos visto, cuando la información se transmite utilizando dos formas de representación que recurren a códigos diferentes, existen mayores posibilidades de que sea comprendida.

Sistematizar la recepción de información a través de ilustraciones mediante el proceso de visualización descrito en § 2.4.4 facilita la transferencia de conocimiento experto, lo que repercute en una mejor subcompetencia terminológica. En definitiva, ello favorece la resolución de problemas surgidos en la gestión del conocimiento y fomenta la calidad en el trabajo terminográfico a pequeña y gran escala, bien terminología en forma de pequeños glosarios o bases de datos terminológicas para la traducción especializada bien extensos bancos de datos terminológicos y demás recursos destinados a su difusión pública.

2.5. Clasificación de ilustraciones

La multiplicidad de ilustraciones que pueden existir acerca de una misma realidad sensorial complica sobremanera la tarea de hallar criterios más o menos estables de clasificación que permitan la construcción de tipologías coherentes. Algunos de estos criterios según Valverde (2001: 1) son el soporte de la imagen o la base material donde se ubica la representación icónica de la realidad; el grado de fidelidad respecto de la relación que guarda la imagen con su referente; el grado de legibilidad o la mayor o menor dificultad para comprender la información visual contenida en una imagen; la presencia o ausencia de diversos elementos morfológicos, entre otros.

Este autor propone un proceso de modelización icónica de la realidad (Ilustración 25) y lo enmarca dentro del proceso general que se produce a la hora de ilustrar un texto, es decir la generación o producción de una imagen o la selección de una imagen previamente producida.

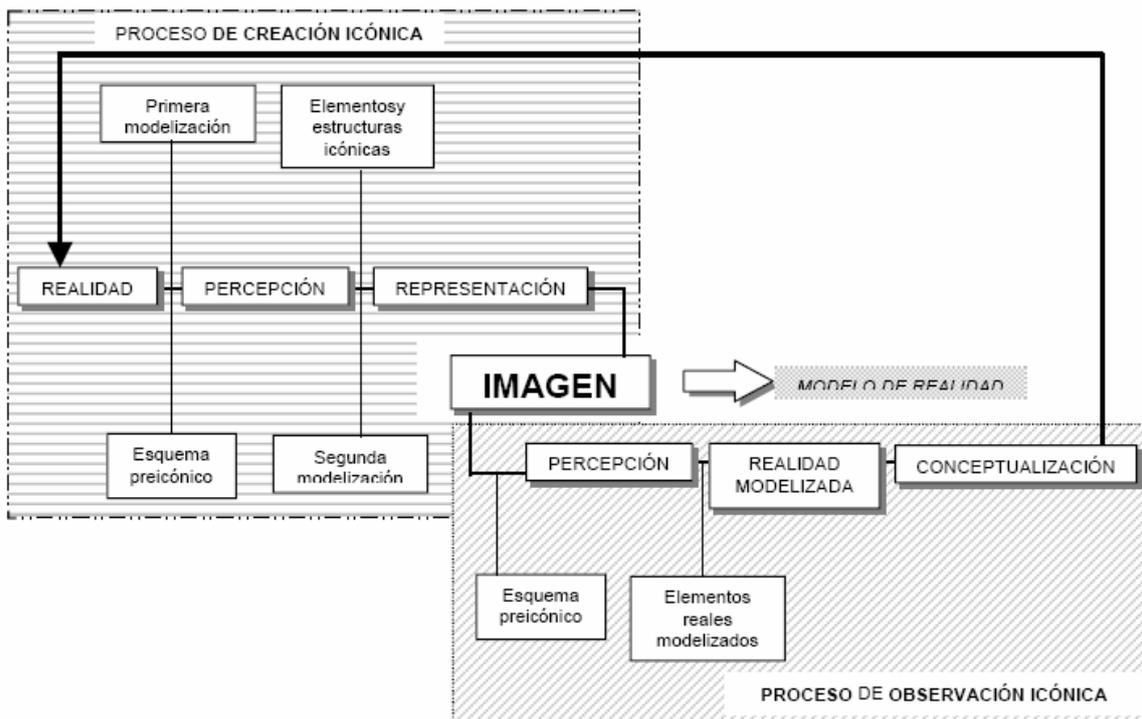


Ilustración 25. Modelización icónica de la realidad (Valverde 2001)

De acuerdo con el proceso de modelización icónica toda imagen constituye un modelo de realidad, con la que mantiene siempre un nexo de unión con independencia del parecido o la fidelidad que guarde con el objeto representado pues lo realmente

significativo de este proceso es la manera en que la imagen sustituye, interpreta, traduce o modela la realidad.

La modelización incluye un proceso de creación icónica y otro inverso de observación icónica. La primera modelización comprende la creación de un esquema preicónico a partir de la organización visual del objeto percibido; la segunda recurre a elementos y estructuras icónicas para la interpretación de la realidad y su representación en forma de modelo icónico. Durante la observación icónica, el receptor percibe los elementos icónicos resultantes del proceso de ilustración pudiendo así acceder a los conceptos representados.

Como veremos más adelante, al tratar ilustraciones para la gestión de información gráfica se producen una serie de fases que discurren de forma paralela al proceso de modelización solapándose en algunos puntos.

De entre los tipos de modelización que se pueden distinguir, existen tres modelos de realidad diferentes según su función:

- representaciones en las que la imagen sustituye a la realidad de forma analógica;
- los símbolos en los que la imagen atribuye una forma visual a un concepto y
- los signos en los que la imagen sustituye a la realidad sin reflejar ninguna de sus características visuales.

Sea cual fuere la modelización experimentada por una ilustración, esta siempre dependerá del objetivo del texto y su propósito comunicativo, por lo que la selección de uno u otro tipo de ilustración requiere un análisis pragmático del texto, especialmente de las condiciones de recepción (Monterde 2002b).

2.5.1. Clasificaciones morfológicas

Las clasificaciones morfológicas son aquellas que se basan en algún rasgo formal relevante para agrupar las imágenes en categorías como dibujos, croquis, esquemas, gráficas, animaciones, vídeos, fotografías, vistas, etc. También llamadas clasificaciones estructurales, prestan mayor atención a la forma física de la imagen que a su contenido (Lohse et al. 1994:36).

Las características morfológicas de los distintos tipos de información gráfica son muy variadas y ofrecen, como hemos visto, un amplio abanico de posibilidades combinatorias que complica en gran medida las posibles clasificaciones que pueden hacerse a partir de la apariencia formal de la imagen. De ahí que se haga necesario describir aquellos parámetros que cobran especial importancia en un tipo de imagen concreto. Entre los rasgos formales más frecuentes destacan las siguientes características morfológicas: elementos temporales o dinámicos y elementos escalares, que pueden ser de diversos tipos o manifestarse a través de distintas formas y servir para funciones plásticas diferentes (véase Tabla 10).

Tabla 10. Rasgos morfológicos de la imagen (Valverde 2001)

Características morfológicas	Tipos	Función plástica
Punto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ geométrico ▪ de fuga ▪ de atención 	Crear patrones de forma Favorecer dinamismo Crear texturas
Línea	<ul style="list-style-type: none"> ▪ implícitas ▪ aisladas ▪ objetuales ▪ figurales 	Crear vectores de dirección Aportar profundidad y volumen Separar planos
Plano		Determinar la organización del espacio
Color	<ul style="list-style-type: none"> ▪ color de prima (color-luz) ▪ color de paleta 	Papel estético Papel sinestésico Papel connotativo Simular efectos de luz y perspectiva
Forma	<ul style="list-style-type: none"> ▪ proyección ▪ escorzo ▪ traslapo 	Jerarquización Crear itinerarios de lectura Crear cohesión Favorecer tridimensionalidad
Textura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aspereza ▪ rugosidad ▪ lisura ▪ suavidad 	Sensibilizar superficies Representar profundidad
Elementos temporales o dinámicos		
Ritmo		Definir la extensión espacial
Tensión		Determinar proporciones, orientación oblicua y forma
Elementos escalares		
Tamaño		Jerarquización Peso visual Conceptualización visual de la distancia Crear profundidad

		Producir impacto visual
Escala	<ul style="list-style-type: none"> ▪ externa ▪ interna 	Describir y cuantificar la relación de tamaño
Proporción		Crear ritmos en la imagen fija
Formato	<ul style="list-style-type: none"> ▪ recto ▪ circular (tondo) ▪ elíptico 	Favorecer simplicidad Guardar equilibrio Diferenciar espacio plástico del físico

Pinto (2006) recopila en un banco de imágenes con fines documentales una serie de ilustraciones sobre naturaleza, catástrofes naturales, reciclaje, entorno rural y contaminación. Para su indización y posterior recuperación se clasifican siguiendo los criterios que recoge la Tabla 11.

Tabla 11. Criterios de clasificación morfológica de ilustraciones (Pinto 2006)

Criterios	Tipos			
SopORTE	Fotografía			Dibujo
	Transparencias			Pintura
	Negativos			Grabado
	Fotograma			
Color	En color			
	En blanco y negro			
Tipo	Paisaje			Interior
	Retrato			Exterior
	Escena (otros)			
Presentación	Vertical		Rectangular	Única
	Horizontal		Cuadrada	Secuencia
Formato digital	jpeg	gif	bmp	png
				tiff
Encuadre	Gran plano general			Plano medio
	Plano general			Primer plano
	Plano entero			Primerísimo primer plano
	Plano americano			Plano detalle
Angulación	Normal			En contrapicado
	En picado			Panorámica
Óptica	Normal			Teleobjetivo
	Gran angular			Ojo de pez
Luz	Día			Artificial
	Noche			Natural
Iluminación	Enfática			Lateral
	Cenital			Frontal
	Contraluz			
Efectos	Exposición múltiple			Montaje
	Virado			Tiempo de exposición
Filtros	Filtro de colores			Distorsionados
	Filtro Blanco/Negro			Polarizados
Calidad técnica	Proyección			Ampliación
	Impresión			Conservación

Las imágenes se pueden, por tanto, clasificar a partir del rasgo morfológico más sobresaliente en cada caso y, sobre todo, en función de la apariencia formal resultante de la combinación de una serie de características específicas. La Tabla 12 resume la nomenclatura utilizada por diversos autores en sus propuestas de clasificación que tienen una perspectiva morfológica.

Tabla 12. Tipos de ilustraciones según varios autores (Monterde 2004a)

Autores	Tipos de ilustraciones
Doblin (1980)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramáticas: gráficos y diagramas. • Realistas o isogramáticas: dibujos, fotografías y modelos.
ÖNORM A 2704 (1990)	<ul style="list-style-type: none"> • Reproducciones: de imágenes concretas (fotografías, pinturas y dibujos) o abstractas (diagramas y esquemas).
Picht (1992)	<ul style="list-style-type: none"> • Dibujo, dibujo técnico y gráfico.
Budin (1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografía, símbolo y gráfico.
Picht (1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Medios gráfico-figurativos: ilustraciones sin elementos verbales. • Formas mixtas: ilustraciones acompañadas de flechas, términos, texto, color, etc.
Galinski y Picht (1997)	<ul style="list-style-type: none"> • Representación pictórica (concreta o abstracta): dibujos técnicos (estáticos o dinámicos), diagramas, tablas, distintos tipos de gráficos, esquemas e iconos.
Busch-Lauer (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas, diagramas e imágenes reales.
Ghenghea (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramas científico-técnicos (=dibujos técnicos, dibujos esquemáticos y gráficos), tablas con datos numéricos e imágenes reales (=imagen y sonido, fotografías y radiografías).
Laurén (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes, diseño arquitectónico, diseño de la industria y los oficios.
ISO 704 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> • Ilustraciones icónicas: dibujos, grabados, fotografías, etc. • Ilustraciones abstractas: diagramas de conjunto, diagramas matriciales y diagramas esquemáticos. • Diagramas estadísticos: diagramas lineales, diagramas de barras, diagramas de sectores, etc. • Figuras mixtas, que combinan dos o más formas.
Darian (2001)	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías, tablas, gráficos, dibujos, diagramas, esquemas y mapas.
Monterde (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema funcional, catálogo ilustrado de partes (con vistas explotadas y vistas seccionadas), vista fantasma, diagrama, gráfico, símbolo gráfico, croquis, plano, dibujo, fotografía.
Picht (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Imagen.

Sevilla y Sevilla (1999) distinguen entre fórmulas, diagramas, abreviaturas, esquemas, croquis, planos, etc., es decir, para su clasificación se basan en el análisis de los aspectos formales, si bien reconocen la existencia de una función detrás de cada tipo. Esta puede ser desde un elemento accesorio de un texto con una mera finalidad decorativa, pasando por tener la misma importancia que el propio texto hasta llegar incluso a eclipsar las palabras de un texto cuando la información que se quiere exponer es demasiado compleja.

Lohse et al. (1994), en su estudio sobre la manera de clasificar las representaciones visuales, optan por realizar una tipología morfológica, estructural según su denominación, ya que en su opinión la principal ventaja que proporciona la información gráfica es la de representar una estructura de datos.

De acuerdo con su análisis, es posible organizar la información gráfica en once categorías –gráficos, tablas, tablas gráficas, cuadros de tiempo, mapas, diagramas estructurales, diagramas procesuales, cartogramas, cuadros de red, iconos y fotografías– siguiendo distintos criterios como su carácter espacial, temporal, concreto o abstracto, continuo o discreto, numérico o no numérico, atractivo o no; si enfatiza el todo o algunas partes, si es fácil de comprender, si se trata de una estructura estática o de un proceso dinámico y si transmite poca o mucha información.

Tabla 13. Clasificación estructural de representaciones visuales (Lohse et al. 1994)

Categoría	Representación	Tipos	Características
Gráfico	Información cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De sectores ▪ De barras ▪ Histograma 	Posición y magnitud de los objetos. Leyenda
Tabla	Palabras, números y signos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Numérica ▪ Gráfica 	Notación simbólica menos abstracta que los gráficos.
Cuadro de tiempo	Información temporal		Pueden considerarse un tipo de gráfico. Hacen hincapié en información temporal.
Cuadro de red	Relación entre componentes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagrama de flujo ▪ Organigrama 	Se sirve de símbolos, flechas y líneas para representar relaciones.
Diagrama estructural	Descripción estática de un objeto físico		Se sirve de datos espaciales, no numéricos y concretos.
Diagrama procesual	Descripción de las interrelaciones y procesos asociados a un objeto físico		Información espacial, temporal, continua y dinámica
Mapa	Representación simbólica de la geografía física	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carta marítima ▪ Mapa de carreteras ▪ Mapa topográfico ▪ Mapa de suelo 	
Cartograma	Mapa espacial que representa información cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Isopleta ▪ Cloropleta 	
Icono	Interpretación única del significado		Son atractivos pero transmiten poca información.
Imagen fotorrealista	Imagen realista de un objeto		Muestra la correspondencia entre la representación y el objeto.

Como hemos visto, se pueden definir multitud de rasgos formales que, en su combinatoria, dan lugar a un buen número de tipos de ilustraciones diferentes. El principal problema que se plantea es el escaso consenso entre ilustradores acerca del tipo de imagen y de los rasgos fundamentales que la describen. En este sentido, deberemos hacer un esfuerzo por alejarnos de la apariencia formal de la ilustración y recurrir al papel que desempeñan en la comunicación mediante una serie de criterios funcionales que veremos más adelante. No obstante, parece interesante establecer un vínculo entre tales criterios funcionales y el tipo de ilustración formal al que están asociados (fotografía, dibujo, animación, vídeo, etc.).

La información gráfica, por tanto, no debe ser ignorada, pues es de gran utilidad terminológica y didáctica, tanto para la adquisición de conocimiento especializado como para la traducción de textos de especialidad. Por esta razón, se hace necesario describir la relación existente entre ilustraciones y texto, haciendo especial hincapié en la función que desempeñan en la estructura textual en que se encuentran y en el marco del discurso al que pertenecen.

2.5.2. Clasificaciones funcionales

Las clasificaciones funcionales son aquellas que parten, para la organización de las imágenes en una tipología, del papel que desempeña la imagen en el marco del texto del que forma parte en un contexto comunicativo dado. Estas clasificaciones describen la información gráfica desde el punto de vista de su relación con el texto y reflejan la actitud e intención del emisor.

Las clasificaciones morfológicas son importantes para la descripción de las imágenes y, por tanto, son útiles para el trabajo documental o para su reproducción y construcción mediante técnicas de infografía. Sin embargo, el ilustrador, buen conocedor de los rasgos formales que mencionábamos en § 2.5.1, debe analizar la situación comunicativa en la que se circunscribe una imagen concreta con la finalidad de identificar su función en el entramado textual y emplear, en consecuencia, aquellos elementos formales que mejor representen ese papel en el marco de la comunicación especializada.

Es precisamente esa la importancia de las clasificaciones funcionales, proponer taxonomías que reflejen el papel de la ilustración en el texto y su relación con este, en

definitiva el uso y objetivos pretendidos (Lohse et al. 1994: 36). Así, Parrish (1999) aboga por el análisis de las funciones de las ilustraciones en el texto como una de las formas más efectivas de aproximarse al estudio de la información gráfica.

De acuerdo con Pinto (2006) es cierto que existe una estructura global para la comunicación visual, aunque manifestada en formas diversas: representativa, abstracta y simbólica. Pese a esa aparente variedad formal, destaca la función informativa de las imágenes, dependiente de los propósitos e intereses del emisor y del receptor: informar, persuadir o expresar belleza.

Según Tercedor, López y Robinson (2005), las ilustraciones deben focalizar las características esenciales del concepto y representar sus principales relaciones conceptuales, por lo que se hace necesario clasificar las imágenes de acuerdo con su función en el texto y con la percepción del usuario de su relación con el concepto que representa.

Las funciones más habitualmente estudiadas pueden agruparse en varias líneas de investigación con respecto a la información gráfica: percepción visual, memoria visual, aprendizaje y cognición y respuestas afectivas ante imágenes (Anglin, Vaez y Cunningham 2004: 865)

Sin embargo, al igual que ocurre con las clasificaciones morfológicas, la creación de tipologías basadas en el rol funcional de la ilustración presenta un problema: identificar qué elementos determinan ese papel y el carácter multifuncional de las representaciones visuales, puesto que no siempre las ilustraciones pueden incluirse claramente en una u otra categoría funcional. ¿Es la función del texto, marcada por la situación comunicativa, la que influye en el papel de la ilustración? ¿Es la propia naturaleza del concepto representado? ¿Es una decisión del emisor?

Diversos estudios (Duchastel y Waller 1979; Levin 1981; Levin y Lentz 1982; Alesandrini 1984; Park y Hopkins 1993) han tratado de sistematizar en diferentes clasificaciones las funciones que pueden desempeñar las imágenes en el texto, focalizando en cada caso distintos aspectos de la información gráfica. Petterson (1998) recoge un enorme inventario de funciones a partir de las distintas investigaciones llevadas a cabo en este campo. En su estudio analiza las funciones de la imagen en contextos educativos y destacan *explicar*, *mostrar* y *presentar*, mientras que en material

informativo las principales funciones son *visualizar, aclarar, informar, captar la atención, facilitar la lectura, explicar y transmitir información*.

Duchastel y Waller (1979) proponen una tipología funcional aplicable a las ilustraciones explicativas, es decir, aquellas presentes en textos con una función predominante de carácter informativo o expositivo. De acuerdo con estos autores, las ilustraciones pueden contribuir principalmente a atraer la atención del receptor, mejorar la retención de información, fomentar la comprensión y crear contexto.

Tabla 14. Funciones de la ilustración (Duchastel y Waller 1979)

Roles de la ilustración	
descriptivo	expresivo
lógico-matemático	representación datos
algorítmico	funcional
constructivo	

Los roles identificados por estos autores incluyen una *función descriptiva* mediante la cual las ilustraciones tratan de mostrar la apariencia física del objeto-concepto representado; la *función expresiva*, a diferencia de la anterior, pretende mediante una descripción bastante simple impactar en el receptor. El *papel constructivo* de las ilustraciones muestra cómo las partes que componen un sistema se organizan para conformar el todo; el *rol funcional* propiamente dicho permite a los receptores seguir visualmente la secuenciación de un proceso o la organización de un sistema concreto; la *función lógico-matemática*, por su parte, contribuye a representar información cuantitativa y conceptos matemáticos; la *función algorítmica* muestra las posibilidades de acción existentes y, por último, el rol de *representación* de datos ayuda a acceder de una manera rápida y visual a datos estadísticos.

Como se puede observar en la Tabla 14, más que una taxonomía, Duchastel y Waller proponen un conjunto de principios funcionales para identificar la relación entre la imagen y sus potenciales efectos sobre el receptor (Anglin, Vaez y Cunningham 2004: 875), ahondando aún más en la idea de sintaxis visual de Valverde (2001) que mencionábamos con anterioridad.

En este sentido, las clasificaciones propuestas con posterioridad (especialmente Levin 1981; Levie y Lentz 1982) reflejan la repercusión de la ilustración en los procesos cognitivos que forman parte de la comprensión.

Tabla 15. Funciones de la ilustración como elemento extratextual (Levin 1981)

Roles de la ilustración	
decoración	representación
organización	interpretación
transformación	

En la clasificación de Levin (ibíd.), se hace hincapié en el papel de las ilustraciones como recursos extratextuales y, al mismo tiempo, resalta su importancia como elementos no verbales en la estructura textual del discurso. Incluye cinco funciones. La de *decoración* es una función propia de aquellas ilustraciones que no muestran una información relevante para el contenido del texto. Aunque pueden contribuir a dirigir la atención a determinados aspectos, su papel es el de embellecer la presentación de la información. Por el contrario, la *función representativa* se da en ilustraciones que aportan información relevante y presenta los aspectos más importantes de un concepto. Las ilustraciones con la *función organizativa* pretenden proporcionar una estructura organizada que dote al texto de mayor coherencia. La *función interpretativa* contribuye a aclarar conceptos complejos. Finalmente, la *transformación* es propia de las ilustraciones dirigidas a fomentar la retención y que actúan como recurso mnemotécnica.

Tabla 16. Funciones de la ilustración según su efecto (Levie y Lentz 1982)

Roles de la ilustración	
atencional	afectiva
cognitiva	compensatoria

La clasificación de Levie y Lentz (1982) destaca el efecto que tiene la ilustración en los destinatarios de la información gráfica en el momento de su recepción. Incluye cuatro funciones principales. La *función atencional* permite a la imagen captar la atención del receptor y dirigirla a aquellos aspectos que más interesan. Las *imágenes afectivas* repercuten en las emociones y sensaciones al percibir la representación visual.

La *función cognitiva* fomenta la comprensión mediante la adición de información y la mejora de la capacidad de retención. La cuarta función es la *compensatoria*, es decir, la propia de aquellas ilustraciones que se adaptan a las características y necesidades de los receptores con una comprensión lectora pobre.

Alesandrini (1984), por su parte, presta mayor atención a la forma en que las imágenes codifican el significado, en un intento por abarcar en su clasificación el mayor número de tipos de ilustraciones posible.

Tabla 17. Funciones de la ilustración según la codificación del significado (Alesandrini 1984)

Roles de la ilustración	
representativas	analógicas
arbitrarias	

De acuerdo con este autor, las imágenes pueden tener tres funciones diferentes. Las *imágenes representativas* pueden mostrar directamente información relativa a conceptos alusivos a objetos tangibles o indirectamente en relación a conceptos que no tienen existencia física. Las *imágenes analógicas* representan por analogía los conceptos a los que sustituyen y con los que mantienen un grado de semejanza. Por último, las *imágenes arbitrarias* son representaciones muy esquematizadas sin parecido con los conceptos representados pero con los que mantienen algún tipo de relación lógica o conceptual.

Las tipologías que acabamos de exponer se refieren casi exclusivamente a las imágenes estáticas, aquellas que no presentan movimiento. Sin embargo, Park y Hopkins (1993) se percataron de las diferencias que presentan las imágenes estáticas con respecto a las dinámicas en cuanto al papel que desempeñan en el texto.

Tabla 18. Funciones de la ilustración dinámica (Park y Hopkins 1993)

Roles de la ilustración dinámica	
dirigir la atención	representar relaciones
representar conocimiento	construir imagen mental
facilitar comprensión	

En su clasificación, Park y Hopkins (ibíd.) establecen cinco roles funcionales de acuerdo con los cuales las ilustraciones dinámicas permiten *captar la atención del receptor y dirigirla*, suponen una inestimable ayuda en la *representación de las relaciones estructurales y funcionales entre los conceptos* de un dominio de especialidad y *contribuyen a la representación del conocimiento especializado*. Favorecen la *construcción de imágenes mentales* asociadas a entidades no directamente observables al tiempo que facilitan la comprensión de procesos o conceptos simbólicos y abstractos por medio de su concreción.

Una vez que hemos revisado las diferentes propuestas acerca de la función de la información gráfica podemos observar que, aunque con un nombre u otro, muchos de estos roles coinciden, por tanto, las clasificaciones se solapan a la hora de describir el papel de las imágenes en el texto (véase Tabla 19). De estas coincidencias cabe extraer una serie de parámetros semióticos y cognitivos, que serán analizados en § 3.1.

Tabla 19. Convergencia de roles funcionales de la ilustración

Duchastel y Waller (1979)	Levin (1981)	Levie y Lentz (1982)	Alesandrini (1984)	Función
descriptivo	representativo		representativo analogico	<ul style="list-style-type: none"> • Concretar abstracción • Representar actores • Representar objetos con cierto grado de semejanza
expresivo	decorativo	atencional		<ul style="list-style-type: none"> • Atraer la atención • Hacer el texto atractivo
constructivo	organizativo			<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar coherencia • Fomentar la retención de información
funcional	transformacional	cognitivo		<ul style="list-style-type: none"> • Interrelacionar conceptos
		compensatorio		<ul style="list-style-type: none"> • Acomodar la ilustración a capacidad lectora pobre
		afectivo		<ul style="list-style-type: none"> • Analizar las condiciones de recepción de la ilustración
lógico-matemático				
algorítmico	interpretativo		arbitrario	<ul style="list-style-type: none"> • Representar relaciones numéricas • Aclarar conceptos complejos
representación datos				

En general, podemos decir que las funciones más sobresalientes de las ilustraciones están encaminadas a fomentar la memoria, facilitar la adquisición de conocimientos y la resolución de problemas, así como a la adquisición de destrezas cognitivas. No obstante,

es preciso detenerse a pensar qué información pueden transmitir las ilustraciones. Según Bieger y Glock (*apud* Llorente 2000: 7) existen diversas categorías de contenido informativo de las imágenes.

Tabla 20. Categorías de contenido informativo de la ilustración (Llorente 2000: 7)

Categoría	Contenido
Inventarial	Información sobre objetos y conceptos representados
Descriptiva	Detalles figurativos de objetos y conceptos representados
Operacional	Información dirigida a un agente implicado para que ejecute una acción específica
Espacial	Información sobre la localización, orientación o composición de un objeto
Contextual	Información sobre el tema para otra información que puede precederla o seguirla
Covariante	Relación entre dos o más parte de una información que varían juntas
Temporal	Información sobre una secuencia temporal de estados o sucesos
Cualificadora	Modifica una información, especificando su modo atributos o límites
Enfática	Dirige la atención hacia otra información

Los autores que han propuesto clasificaciones funcionales sobre el papel de las ilustraciones en el texto coinciden en muchas de esas funciones aunque las denominen de forma diferente. Marsh y White (2003) trataron de poner orden en el caos de funciones que acabamos de observar en un intento por desarrollar un lenguaje común, estandarizado para expresar las relaciones entre imagen y texto.

De hecho, ninguna de estas clasificaciones resulta útil si no tiene en cuenta el relevante papel de las ilustraciones en el texto y, en consecuencia, las funciones deben estudiarse en el marco de la relación imagen-texto para responder a las preguntas que Marsh y White (*ibíd.*) plantean: cuáles son las funciones de la ilustración y cómo se relaciona una ilustración con el texto al que está asociada. A la primera de ellas ya hemos respondido en los puntos anteriores, centrémonos en la segunda.

Marsh y White (*ibíd.*) entienden el mensaje como la conjunción de los distintos elementos que componen el documento (texto, imágenes, tipos de fuentes, colores, relaciones espaciales, etc.) por lo que examinar las relaciones que se establecen entre los diferentes elementos debe estar presente en aquellos que necesitan comunicar

información de manera efectiva. Estos autores recogen las funciones propuestas en clasificaciones como las anteriores y las integran y organizan para construir una taxonomía de relaciones entre imagen y texto.

Tabla 21. Taxonomía de funciones de la imagen respecto del texto (Marsh y White 2003)

A Funciones que expresan poca relación con el texto	B Funciones que expresan relación próxima al texto	C Funciones que van más allá del texto
<i>A1 Decorar</i>	<i>B1 Reiterar</i>	<i>C1 Interpretar</i>
A1.1 Cambiar ritmo	B1.1 Concretar	C1.1 Enfatizar
A1.2 Ajustar a estilo	B1.1.1 Ejemplo	C1.2 Documentar
	B1.1.1.1 Autor/Fuente	
	B1.2 Humanizar	
	B1.3 Referente común	
	B1.4 Describir	
	B1.5 Delinear	
	B1.6 Ejemplificar	
	B1.7 Traducir	
<i>A2 Suscitar emoción</i>	<i>B2 Organizar</i>	<i>C2 Desarrollar</i>
A2.1 Embellecer	B2.1 Aislar	C2.1 Comparar
A2.2 Expresar poesía	B2.2 Contener	C2.2 Contrastar
	B2.3 Ubicar	
	B2.4 Inducir perspectiva	
<i>A3 Dirigir</i>	<i>B3 Relacionar</i>	<i>C3 Transformar</i>
A3.1 Implicar	B3.1 Comparar	C3.1 Alternar progreso
A3.2 Motivar	B3.2 Contrastar	C3.2 Modelar
	B3.3 Establecer paralelismo	C3.2.1 Modelar proceso cognitivo
		C3.2.2 Modelar proceso físico
		C3.3 Inspirar
	<i>B4 Condensar</i>	
	B4.1 Concentrar	
	B4.2 Compactar	
	<i>B5 Explicar</i>	
	B5.1 Definir	
	B5.2 Complementar	

De acuerdo con la taxonomía anterior, las imágenes pueden adquirir, con total independencia del texto y sin repercutir en la comprensión o memoria del receptor, tres funciones principales entre las que se encuentran *decorar*, *suscitar emoción* y *dirigir*. Las ilustraciones con función decorativa solamente tratan de hacer el texto más atractivo para atraer la atención del receptor. Al mismo tiempo, las ilustraciones pueden suscitar emociones y promover una respuesta emotiva mostrando contenidos o estilos que pueden ser llamativos o sorprendentes. Finalmente, las imágenes pueden también dirigir la atención o provocar determinado efecto en el receptor influenciándolo de una u otra manera.

En la segunda columna, las funciones de la ilustración que mantienen una estrecha relación con el texto son *reiterar*, *organizar*, *relacionar*, *condensar* y *explicar*. Las

imágenes reiterativas repiten información ya expuesta sin apenas cambios en su formulación o interpretación, únicamente concretando el contenido y proporcionando ejemplos. La organizativa es la función de aquellas ilustraciones que estructuran el texto en un todo funcional y coherente. Las ilustraciones con una función de relación hacen referencia a procesos que pretenden identificar los conceptos repartidos por todo el texto para interpretarlos conjuntamente. La función de condensación permite reducir a los elementos esenciales mínimos necesarios. Finalmente, las imágenes explicativas permiten hacer accesible y comprensible los contenidos más difíciles.

Por último, las imágenes que van más allá del texto pueden tener alguna de las siguientes funciones *interpretar*, *desarrollar* o *transformar*. Estas funciones están basadas en la interacción de imágenes y texto pero trascienden este último, ya que implican una serie de procesos cognitivos que, aunque emanan del texto, han de desarrollarse con total independencia de este. La función interpretativa de las ilustraciones facilita la representación de ideas complejas de una forma concreta. Desarrollar es la función de las imágenes que permiten aclarar la información de manera gradual y en detalle. Las ilustraciones con la función de transformación codifican la información a modo de elemento mnemotécnico facilitando su procesamiento en los distintos módulos de memoria.

MARCO METODOLÓGICO

3. MARCO METODOLÓGICO

El análisis de textos de especialidad y de ilustraciones mediante técnicas de corpus precisa un marco metodológico que integre nuestras dos unidades de análisis. La gestión terminológica orientada al proceso ha puesto de manifiesto la importancia de la información gráfica en la descripción de conceptos especializados al tiempo que recurre a la Semántica de marcos como modelo para la estructuración del conocimiento. Estos dos modelos proporcionan los principios teóricos de los que surge y en que se basa el presente trabajo.

3.1. Hacia una taxonomía semiótico-cognitiva de ilustraciones

Tanto la Semántica de marcos como la GTOP constituyen la base teórica de nuestro trabajo proporcionando, de una parte, la organización del conocimiento basada en marcos subordinados a un evento dinámico y flexible y, de otra, prestando atención a la función semántica de las categorías conceptuales que lo componen.

Partimos de la noción de *graphicacy*, que por oposición a *literacy* y *numeracy*, hace referencia a las características propias de la información gráfica que la distinguen de otras formas de representación como la información verbal o numérica. Esta disciplina, si podemos considerarla como tal, se ocupa, por tanto, de las capacidades requeridas al usuario (emisor o receptor de información gráfica) para interpretar o generar imágenes.

Atendiendo a los postulados de ambos modelos teóricos y a las clasificaciones de información gráfica analizadas en § 2.4.3, es necesario encontrar criterios de clasificación que nos permitan articular una taxonomía de ilustraciones coherente y consistente. Así, proponemos los siguientes parámetros como ejes semiótico-cognitivos que sustenten la estructura de una tipología de formas de representación gráfica de los textos científico-técnicos los siguientes parámetros:

- a) el grado de iconicidad de la imagen, esto es, su mayor o menor parecido con la entidad del mundo real que representa;
- b) el nivel de abstracción requerido al usuario para una adecuada categorización de los conceptos representados en las imágenes;
- c) la presencia o ausencia de dinamismo en la representación visual.

Nuestra hipótesis supone que, a partir de estos criterios, es posible construir una clasificación de imágenes útil para diseñar un modelo de uso de ilustraciones en textos científico-técnicos que permita adecuar el tipo de información gráfica a dos condicionantes fundamentales en el proceso de comunicación especializada: las características del receptor y la naturaleza del concepto representado.

El nivel de iconicidad y el grado de abstracción son claves para las necesidades comunicativas del receptor, mientras que el dinamismo es un parámetro bastante significativo que permitirá representar el carácter procesual tan frecuente en los conceptos de los diferentes ámbitos de la ciencia.

3.1.1. Iconicidad

El nivel de iconicidad de una imagen define el grado de semejanza entre la representación gráfica y el referente representado. De acuerdo con esto, las imágenes pueden ser icónicas (dibujos, animaciones o fotografías) o no icónicas (diagramas en general) (ISO 704: 2000).

Las primeras se caracterizan por su gran parecido con la entidad real representada, constituyen lo que en Semiología y Semiótica denominan signo, en este caso concreto, un icono.

Estudios como el de Fleming y Levie (1978) corroboran la hipótesis de que es más fácil memorizar y posteriormente recuperar y acceder a conceptos que aluden a entidades concretas que conceptos asociados a realidades abstractas, es decir, los objetos concretos almacenados en la memoria a largo plazo tienen una imagen mental asociada y el reconocimiento de una ilustración icónica permite evocar no solo términos asociados sino también la imagen mental correspondiente.

Según la norma ISO 704 (2000), para la terminología las imágenes icónicas son útiles para complementar definiciones partitivas (ontológicas) en tanto que muestran la relación de un todo con sus partes, si bien de lo anterior podemos deducir su importancia para el acceso al lexicón y la recuperación de información conceptual.

Las ilustraciones de tipo icónico están mucho más cerca de la realidad representada que del concepto aludido, por oposición a las imágenes de tipo no icónico (Monterde 2002b). Sin embargo, es importante no confundir la ilustración icónica con el objeto

representado, pues es necesario tener en cuenta que la ilustración no es sino una representación visual de un único objeto de todos los que componen la extensión del concepto. Por este motivo, algunas imágenes hiperrealistas destacan elementos poco significativos para la interpretación de su contenido, de ahí que, en ocasiones, sea preferible recurrir a imágenes más esquemáticas, aun en detrimento de la iconicidad.

Entre las ilustraciones icónicas están las fotografías, los dibujos, los vídeos y algunas animaciones, como la Ilustración 26. Esta muestra los diferentes tipos de rompientes y ofrece una comparación atendiendo a parámetros como el peralte de la ola o el período, de manera que el receptor puede identificar claramente cada tipo, puesto que la imagen reproduce la forma en que se producen en la realidad.

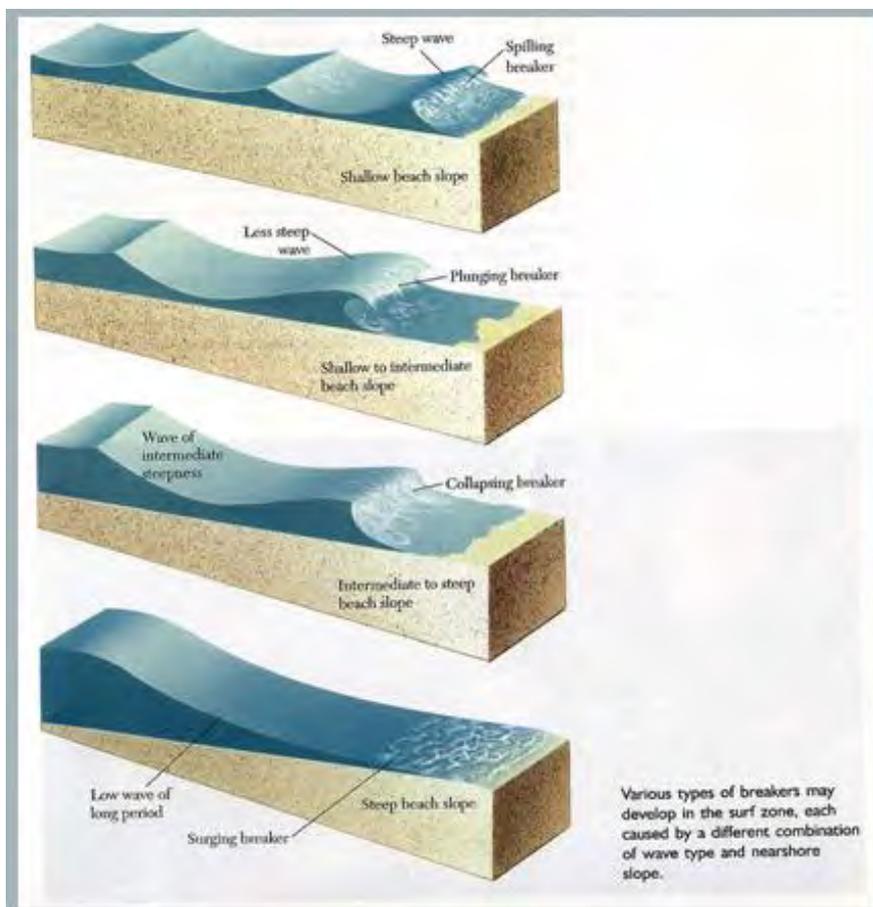


Ilustración 26. Imagen icónica de los tipos de ROMPIENTE

No obstante, un menor grado de iconicidad da lugar a otro tipo de imágenes, en contraposición con las anteriores, ilustraciones no icónicas. Este tipo de ilustraciones se encuentra, sin embargo, más cercano al concepto o noción aludida que a la entidad real. No presentan un grado de semejanza considerable con esta y se sirven de símbolos y

otros recursos, por lo general, no verbales de codificación de la información. Presentan una mayor susceptibilidad a la hora de representar objetos abstractos y por tanto, suelen estar vinculadas a expresiones matemáticas, físicas, estadísticas y simbologías propias de otras disciplinas pertenecientes a las llamadas ciencias exactas.

Pertencen a este tipo los diagramas (con sus variantes, de barras, sectores, histogramas, etc.), los gráficos, las expresiones matemáticas (como las ecuaciones, las fórmulas y los teoremas) y algunas animaciones. La ISO 704 (2000) atribuye a este tipo de imágenes la capacidad de permitir la visualización de conceptos complejos que pueden ser difíciles de comprender exclusivamente a partir de descripciones textuales. La Ilustración 27 responde a estas características:

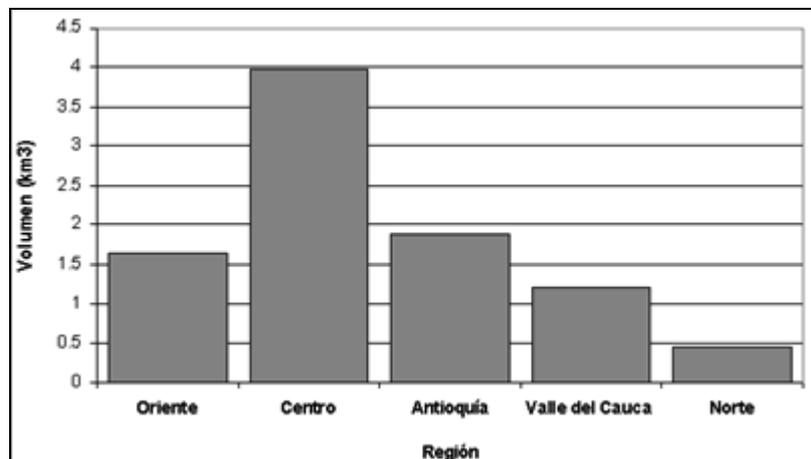
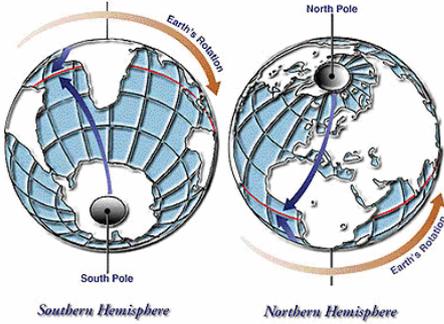
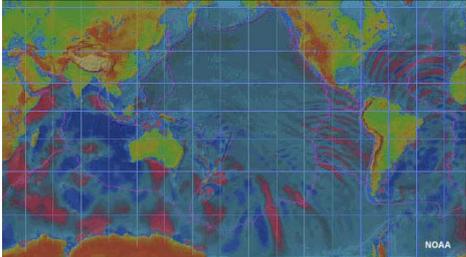


Ilustración 27. Imagen no icónica de la CAPACIDAD EMBALSADA

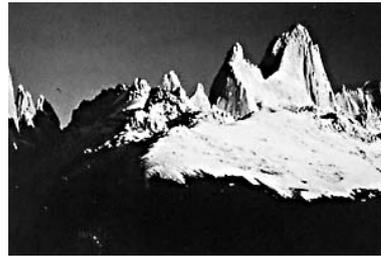
Valverde (2001: 4) establece una escala de iconicidad con once niveles que permite representar mediante una serie ordenada de mayor a menor los diferentes tipos de imágenes. “Cada salto de iconicidad decreciente supone que la imagen pierde alguna propiedad sensible de la que depende la citada iconicidad” (ibíd.).

A pesar de lo anterior, no hay que confundir iconicidad con realidad, pues aunque las imágenes más realistas pueden ser consideradas a priori más icónicas, no siempre ocurre así. Es más, existen imágenes que por tratar de representar la realidad lo más fielmente posible (imágenes hiperrealistas) desvirtúan el concepto que inicialmente representaban, por lo que el grado de semejanza con dicho concepto puede verse sensiblemente alterado y, por consiguiente, rebajado su grado de iconicidad.

Tabla 22. Escala de niveles de iconicidad (Valverde 2001)

Grado de iconicidad	Nivel de realidad	Ejemplo
11	Imagen natural	
10	Modelo tridimensional a escala (una escultura)	
9	Imágenes de registro estereoscópico (una holografía)	
8	Fotografía en color	

7 Fotografía en blanco y negro



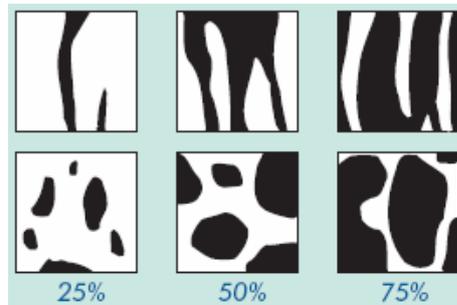
6 Pintura realista (un cuadro de Velázquez)



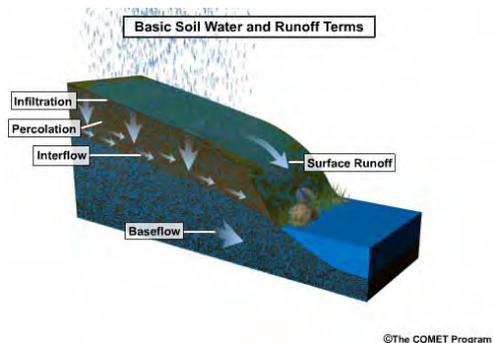
5 Representación figurativa no realista (*El Guernica* de Picasso)



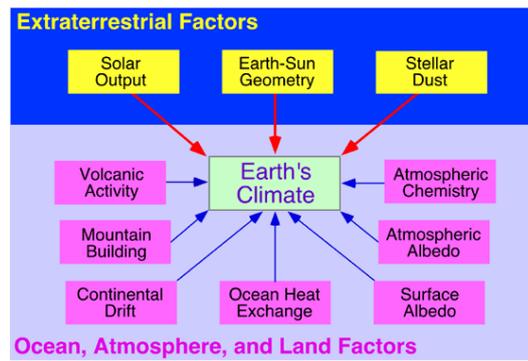
4 Pictogramas (un monigote)



3 Esquemas motivados (un plano de una casa)



2 Esquemas arbitrarios (una señal de tráfico)



1 Representación no figurativa (un cuadro abstracto de Miró)

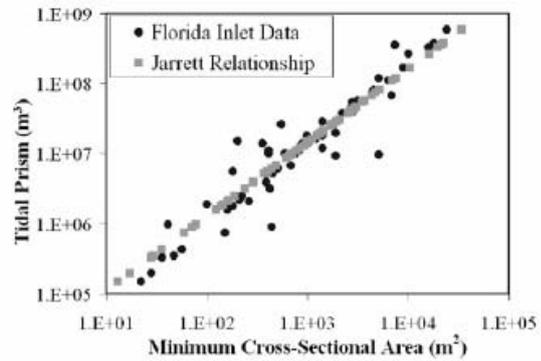


Fig. 1. Comparison of Jarrett's relationship to Florida tidal inlet data.

De acuerdo con Valverde (2001), el nivel de iconicidad puede influir de forma significativa en el resultado visual o en el uso pragmático de una imagen, por lo que es conveniente observar esta variable según la función principal de la imagen. En el caso de que la imagen pretenda el reconocimiento inequívoco por parte del receptor de un determinado concepto, el nivel más adecuado es el 11; si la imagen solamente describe un concepto podemos emplear los niveles 10, 9, 8 ó 7; si la función es informativa, los niveles más adecuados serían el 4, 3 y 2. Finalmente, si la finalidad de la imagen es meramente estética los niveles 8, 7, 6, 5 ó 1 serían los idóneos.

De acuerdo con la escala anterior, en el estudio de corpus consideraremos imágenes icónicas aquellas que se sitúen a partir del nivel 6; por el contrario, las ilustraciones que respondan a niveles inferiores al 5 serán consideradas no icónicas.

3.1.2. Abstracción

La capacidad de conocer depende directamente del nivel de abstracción de la persona, o sus habilidades para la conceptualización. Son nuestros sentidos el canal por medio del

cual interactuamos con la realidad y a través de los cuales adquirimos experiencia. (Martínez 2000).

El concepto de abstracción deriva de tres aspectos claves en el estudio de la ilustración científica: la interpretación errónea del concepto, la psicología de la imagen y la percepción, así como la sociología del conocimiento científico (Mishra 1999).

En primer lugar, las ideas previas al aprendizaje que tienen los receptores de una ilustración pueden llevar a interpretar erróneamente el contenido semántico de esta y, en consecuencia, a no identificar el concepto transmitido o a identificar otro concepto distinto. Habitualmente se confunde abstracción con iconicidad, es decir, se suele considerar que una imagen es más abstracta cuanto más alejada se encuentra de la entidad que representa y que es más concreta cuanto más parecido mantiene con el objeto representado. Como acabamos de explicar, el mayor o menor parecido entre la ilustración y el referente puede medirse en la escala de iconicidad de la Tabla 22.

No obstante, el aspecto formal de la imagen y las convenciones que determinan las posibles combinaciones de los parámetros descritos en la Tabla 7 y la Tabla 10 pueden, a su vez, atraer la atención del receptor a elementos irrelevantes para la comprensión de la ilustración y requerir por parte de aquel un mayor esfuerzo cognitivo con la finalidad de abstraer las convenciones empleadas para representar gráficamente los distintos tipos de información que puede contener la ilustración.

En segundo lugar, la Psicología de la percepción invita a ir más allá de lo que se puede observar en una imagen a simple vista, pues las ilustraciones esconden detalles que pueden salir a la luz según las condiciones en que se produzca la percepción; de ahí que la percepción condicione el pensamiento y haga de la interpretación semántica un proceso creativo que demanda determinados niveles de abstracción por parte del receptor.

Finalmente, las corrientes más actuales sobre la Sociología del conocimiento científico, basándose en Vygotski, postulan que el conocimiento se construye socialmente gracias al esfuerzo colaborativo que permite alcanzar objetivos compartidos en el entorno cultural. Desde esta perspectiva, las imágenes constituyen elementos gráficos que transmiten información dentro de un contexto común, por lo que es tarea del emisor de información gráfica procurar una comprensión inequívoca del concepto

por parte de los distintos tipos de receptores que pueden recibir la información, adaptándola a sus necesidades y objetivos particulares. Tanto es así que las imágenes no se presentan como representaciones aisladas, sino como elementos funcionales que interactúan en el marco del discurso científico.

El lenguaje visual gráfico o iconográfico implica habitualmente abstracción, aun cuando se refiera a ilustraciones hiperrealistas. Un lenguaje icónico presenta un determinado nivel de abstracción por ser un modo de expresión que busca la realidad en los códigos universales. Por tanto, la abstracción supone el arribo de una imagen a la condición de código. Un código visual es acertado cuando descubre lo abstraído y lo muestra de modo que sea entendido por todos como expresión del concepto universal que representa o significa. Los grados de abstracción de las imágenes y de los textos escritos no dependen de la generalización de su uso, sino de su proximidad con la representación de las esencias de lo significado o del referente: el grado de abstracción y el de inteligibilidad son paralelos (Martínez 2000).

Sin embargo, en términos absolutos existen imágenes más fáciles de comprender que otras, puesto que no todos los receptores poseen el mismo nivel de competencia cognitiva en un dominio de especialidad, lo que determina el grado de legibilidad o “la mayor o menor dificultad para ‘leer’ la información visual que contiene la imagen” (Valverde 2001: 1). Por esta razón, es necesario adecuar el nivel de abstracción de la imagen al conocimiento previo del receptor, dado que este contribuye al reconocimiento de entidades y a la identificación de conceptos y de sus relaciones lógicas y ontológicas, lo que permite determinar la ubicación del concepto en la organización conceptual del dominio.

Cuando el nivel de abstracción de la imagen no se corresponde con el nivel de especialización del texto o la competencia cognitiva de los receptores, entonces, se producen deficiencias en la interpretación del contenido semántico de las imágenes, como por ejemplo: la atribución errónea de significado, la mala identificación del referente, la dificultad para reconocer las relaciones entre conceptos, la incapacidad para identificar la microestructura de la imagen o la incapacidad para encontrar la macroestructura del texto (Elena García 2007: 139).

Visto lo anterior, entendemos la abstracción como el esfuerzo cognitivo requerido al receptor de la información gráfica para la correcta interpretación del contenido semántico de la ilustración, la posterior categorización de la información visualmente codificada y, en consecuencia, para la inequívoca identificación del concepto especializado de forma que sea posible una comprensión completa. Esta característica de las imágenes tiene mucho que ver con el grado de especificidad con que la información gráfica representa el conocimiento especializado. Así, cuanto más detallada sea la descripción de los conceptos, se requerirá un mayor esfuerzo, pues se presupone una mayor cantidad de información y más tiempo para procesarla.

Dicho esfuerzo está en relación directa con el conocimiento del receptor acerca de los diferentes tipos de representaciones gráficas, el conocimiento del sistema de visualización empleado para representar gráficamente el concepto y el conocimiento del dominio de especialidad al que este pertenece (Pozo y Postigo 2004: 641).

Siguiendo este razonamiento, la noción de abstracción se encuentra íntimamente ligada a la de comprensión. En la lectura o visionado de una imagen interviene la comprensión literal, que implica el reconocimiento de lo representado en la imagen; la comprensión organizativa, que abarca la construcción de ideas globales y su integración en un esquema; la comprensión inferencial, que supone construir una imagen mental de la situación descrita en la imagen, basándose en el conocimiento previo del receptor (Elena García 2007: 139). No obstante, en el caso de la información gráfica destacan dos procesos de comprensión asociados a los distintos tipos de ilustraciones: comprensión cuantitativa y comprensión cualitativa (Cerrato 2004).

La comprensión cuantitativa, es la que se aplica a gráficos, que ilustran diferencias relativas entre medidas y representan información cuantitativa, si bien presentan una mayor complejidad de interpretación, pues implican la codificación del componente visual y la identificación de características visuales esenciales, la identificación de las relaciones cuantitativas representadas y la conexión de estas con las variables gráficas (Carpenter y Shah 1998). Por otra parte, la comprensión cualitativa afecta por lo general a ilustraciones que representan abstracciones del mundo real en forma de fotografías, dibujos y esquemas.

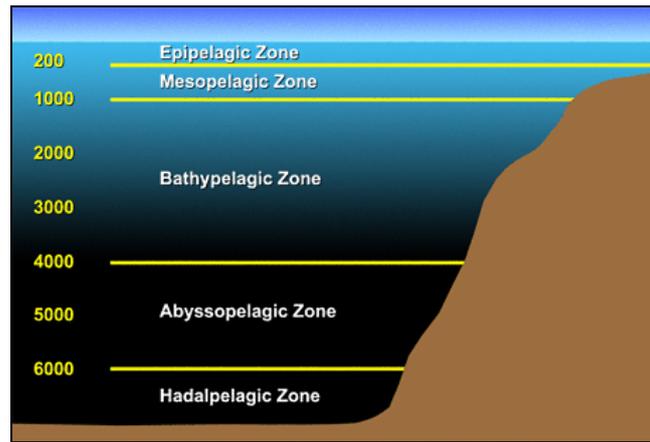


Ilustración 28. Imagen no abstracta de la ZONA PELÁGICA

La Ilustración 28 representa las diferentes zonas en que se subdivide la columna pelágica. Sin necesidad de conocimientos previos en oceanografía, un lego puede fácilmente identificar el concepto ZONA PELÁGICA e inferir la relación PARTE_TODO que mantiene con las ZONAS EPIPELÁGICA, MESOPELÁGICA, BATIPELÁGICA, ABISOPELÁGICA y HADOPELÁGICA. La imagen posee un bajo nivel de abstracción puesto que no exige una gran demanda cognitiva al receptor de la información gráfica para que pueda entender que la zona pelágica se divide en diferentes subzonas en función de la profundidad. Requiere, en este caso, un proceso de comprensión cualitativa.

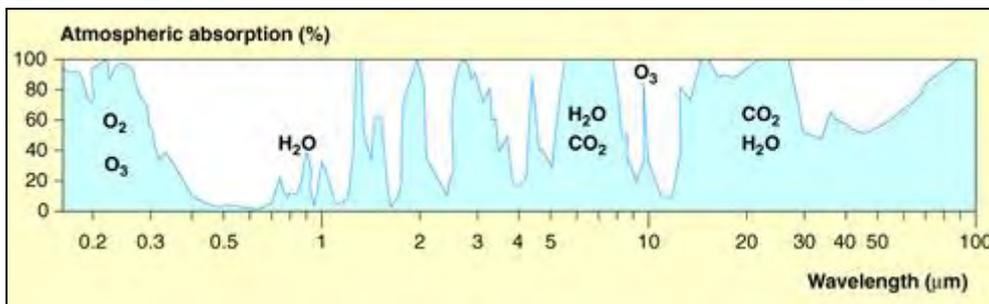


Ilustración 29. Imagen abstracta del concepto VENTANA ATMOSFÉRICA

Por el contrario, la imagen que muestra la Ilustración 29 alude al concepto de VENTANA ATMOSFÉRICA requiere un conocimiento elevado en meteorología para poder establecer las relaciones con otros conceptos importantes como ABSORCIÓN ATMOSFÉRICA o LONGITUD DE ONDA, pues una ventana atmosférica es la región del espectro en que la radiación terrestre pasa sin sufrir una absorción apreciable. Como se desprende de su definición, la información gráfica de la imagen debe ser objeto de un

proceso de comprensión cuantitativa que establezca la relación entre las variables que acabamos de mencionar.

3.1.3. Dinamismo

El tercer eje para nuestra clasificación de ilustraciones es el dinamismo, esto es, la capacidad de una imagen para representar un proceso. De acuerdo con nuestra hipótesis y a diferencia de los criterios anteriores, el dinamismo parece ser una característica que depende directamente de la naturaleza del concepto que representa la ilustración. Es decir, no está en manos del emisor de un texto decidir si representa un proceso mediante una ilustración dinámica o estática ya que, de hacerlo, difícilmente se podría inferir su configuración como proceso y, en consecuencia, no se podría aprehender la esencia del concepto.

Algunos autores parecen confundir dinamismo con movimiento, identificando ambos conceptos. En cierto modo es así pues obviamente un vídeo, una animación o una secuencia de imágenes a tiempo real son ilustraciones dinámicas. Sin embargo, no podemos olvidar que una imagen estática puede mostrar los sucesivos estadios de una acción en desarrollo o las diversas fases que componen un proceso, aunque ello pueda reducir el realismo de la imagen y disminuir su nivel de iconicidad. Por consiguiente, el dinamismo puede aparecer en forma de movimiento explícito o bien de forma latente.

Aunque el uso de ilustraciones dinámicas en dominios científico-técnicos se reduce casi exclusivamente a contextos multimedia, los estudios llevados a cabo en este ámbito, especialmente los basados en el principio de contigüidad, sugieren que los receptores aprehenden mejor el conocimiento transmitido en tanto que, al presentarse imágenes y palabras de forma conexas, les resulta más fácil construir conexiones referenciales que permiten vincular información textual y gráfica coherentemente.

Diversos estudios indican que las animaciones *per se* no mejoran la capacidad de aprendizaje o la comprensión del receptor sino que ello ocurre cuando las ilustraciones dinámicas concurren junto a pasajes explicativos de texto. Sin embargo, al estar condicionada la eficacia de las ilustraciones dinámicas a la aparición de otras formas de representación externa, la capacidad cognitiva del receptor puede colapsarse. En

consecuencia, Bodemer et al. (2004: 338) sugieren que la atención se centra en los más llamativos visualmente pero no necesariamente aquellos más relevantes temáticamente.

No obstante, puesto que su capacidad para captar la atención del receptor parece superior a la de las ilustraciones estáticas, el dinamismo suele emplearse en contextos donde el movimiento constituye un atributo clave del contenido representado, por ejemplo, a la hora de representar de forma visual tareas procedimentales complejas. Igualmente, se prefieren imágenes dinámicas cuando el movimiento se presenta como requisito para atraer la atención del receptor respecto de la información codificada y poder así construir una imagen mental que facilite la comprensión (véase Tabla 18).

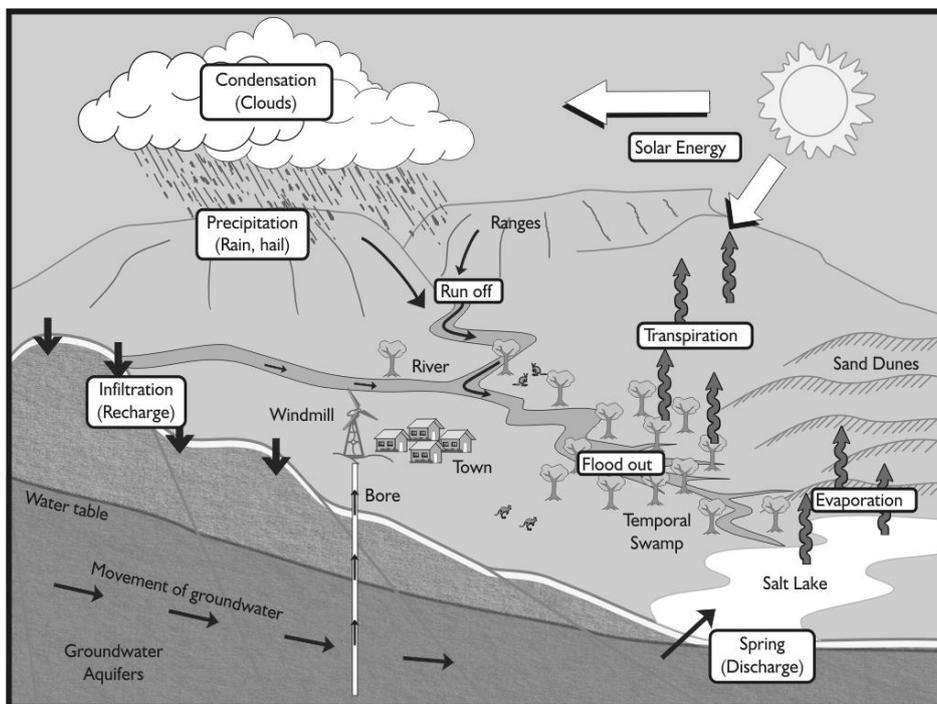


Ilustración 30. Imagen dinámica sobre el CICLO HIDROLÓGICO EN ZONAS ÁRIDAS

La Ilustración 30 muestra el complejo proceso del ciclo del agua en zonas áridas a través de los subprocesos que lo integran y las relaciones entre ellos: evaporación, transpiración, condensación, precipitación, escorrentía, infiltración, recarga y descarga. Mayer y Gallini (1990) han comprobado la mayor efectividad de este tipo de ilustraciones que presentan las partes o fases de un todo (*parts-and-steps illustrations*) en tanto que son más susceptibles de representar la topología de un sistema o su carácter de todo dinámico compuesto por elementos interrelacionados, como se aprecia en la imagen anterior.

En ocasiones este carácter dinámico de la imagen puede entrar en conflicto con la iconicidad; para explicar este fenómeno volveremos al caso de la ilustración anterior. Lejos de ser una imagen hiperrealista, la ilustración sobre el CICLO HIDROLÓGICO EN ZONAS ÁRIDAS mantiene un nivel de iconicidad bastante razonable. Sin embargo, el dinamismo que aporta la imagen (a través de la representación de los subprocesos implicados en el ciclo hidrológico de zonas áridas) podría llevarnos a pensar que la condensación, la escorrentía, la evaporación o la infiltración tienen lugar simultáneamente, cuando en realidad son fases que se suceden en el tiempo y que se dan en espacios distintos. En consecuencia, el dinamismo puede desvirtuar la realidad y proporcionar una idea errónea del desarrollo natural de los procesos.

Este razonamiento es extrapolable al dominio de la Ingeniería de puertos y la Gestión integrada de zonas costeras y justifica la importancia de incluir el dinamismo como parámetro de clasificación de ilustraciones dentro de un sistema científico complejo, como es la base de datos terminológica basada en el conocimiento de PuertoTerm. No obstante, la investigación de las imágenes dinámicas tiene aún muchos aspectos sobre los que profundizar. Los escasos estudios realizados, a veces contradictorios, no han arrojado resultados significativos sobre el perfil de los potenciales usuarios o sobre los dominios de especialidad más susceptibles incluir imágenes dinámicas.

3.1.4. Tipología de ilustraciones

Como hemos visto, iconicidad, abstracción y dinamismo constituyen los ejes articuladores de una clasificación de ilustraciones que parte de una concepción semiótica y cognitiva de la representación del conocimiento. La Tabla 23 muestra la tipología a partir de la cual se realiza la clasificación de las imágenes del corpus.

Tabla 23. Tipología de ilustraciones

TIPO	DESCRIPCIÓN		
	icónica	abstracta	dinámica
A	✓	✓	✓
B	✓	✓	x
C	✓	x	x
D	x	x	x
E	x	✓	✓
F	x	x	✓
G	✓	x	✓
H	x	✓	x

La tipología propuesta se basa en la concurrencia de uno o varios de los criterios de clasificación descritos en § 3.1. De este modo, las ilustraciones Tipo A responden a una descripción en la que se recoge su carácter icónico; requieren un esfuerzo cognitivo elevado para su categorización y poseen un carácter dinámico, esto es, presentan movimiento, bien explícito, bien implícito. Como veremos en el apartado sobre el etiquetado de ilustraciones (véase § 4.2.2), es necesario desglosar estas características y asignar una etiqueta propia a cada una de ellas, para poder recuperar los datos de forma individualizada y analizar su papel en cada uno de los textos, especializado, semiespecializado y de divulgación, que integran nuestra definición de discurso científico.

A priori y dado que los tres criterios de clasificación empleados están íntimamente relacionados entre sí, es posible intuir que algunos tipos de ilustraciones concurrirán en menor medida en el corpus. Pongamos por ejemplo la Ilustración 31.



Ilustración 31. Imagen representativa del concepto ESCORRENTÍA

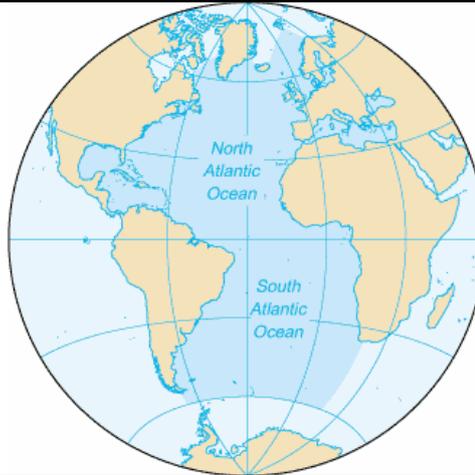
La ilustración que antecede representa un concepto con carácter de proceso, ESCORRENTÍA, por lo que aparece como ilustración dinámica, donde el desarrollo del proceso se expresa mediante flechas y la indicación mediante texto de sus fases y, al tiempo, como imagen icónica. Siendo así, cabe esperar un grado de abstracción bajo en tanto que la semejanza con la realidad y su configuración dinámica, cercana a la naturaleza procesual del concepto, facilitan en gran medida la comprensión y los subprocesos de categorización derivados de esta.

Dicho lo anterior, podemos afirmar que las relaciones que se establecen entre los tres criterios de clasificación dan lugar a imágenes más frecuentes que otras; así, la concurrencia en una imagen del criterio de iconicidad y el de dinamismo, por la propia naturaleza de estos, hacen a la ilustración más susceptible de presentar un grado de abstracción bajo.

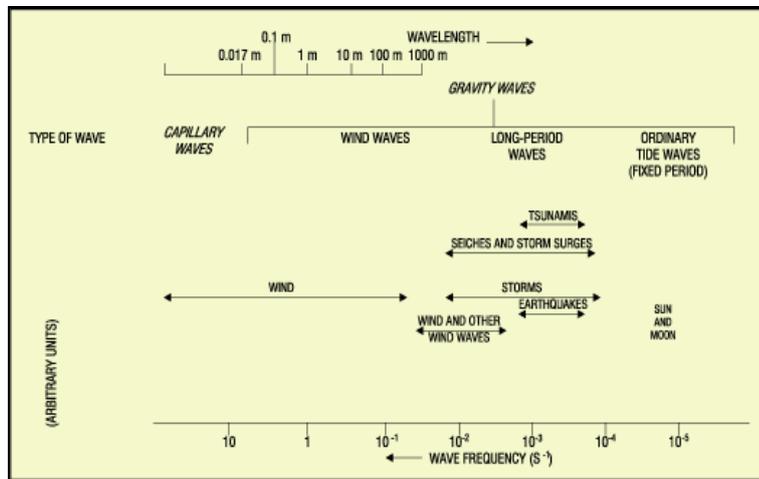
Tabla 24. Ejemplos de ilustraciones según tipología

TIPO	CONCEPTO	ILUSTRACIÓN
A	TIDAL HEIGHTS	<p>Figure 18.1.6. Sequence of tidal heights and times for South Shore of Nova Scotia and Bay of Fundy.</p>
B	SEA LEVEL PRESSURE	<p>Composite Sea Level Pressure for July, 1968-1996</p> <p>Note: Contour Interval = 1 hPa</p> <p>NOAA-CIRES</p>

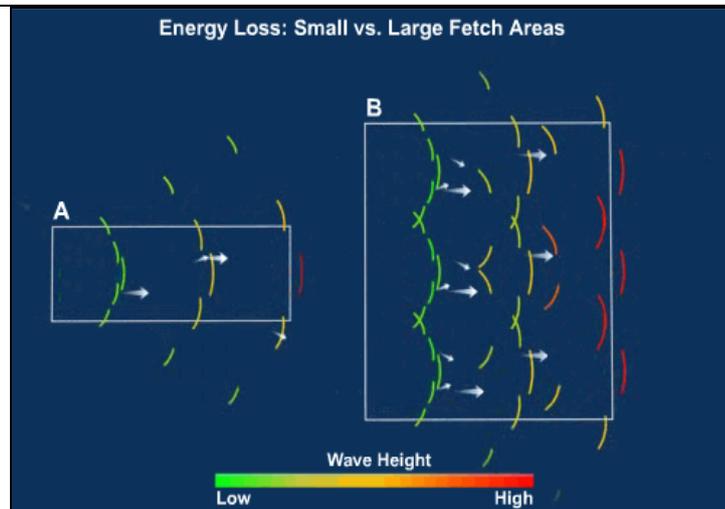
C ATLANTIC OCEAN



D WAVE



E ENERGY LOSS



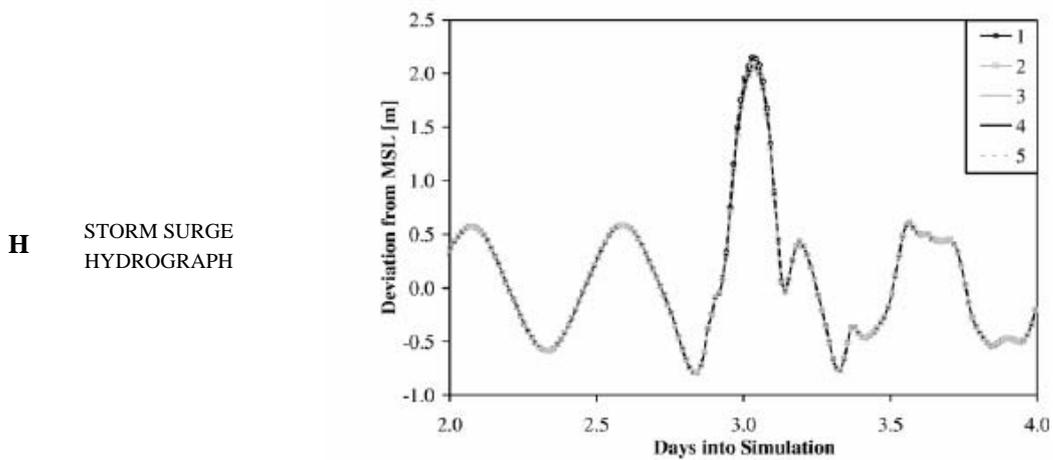
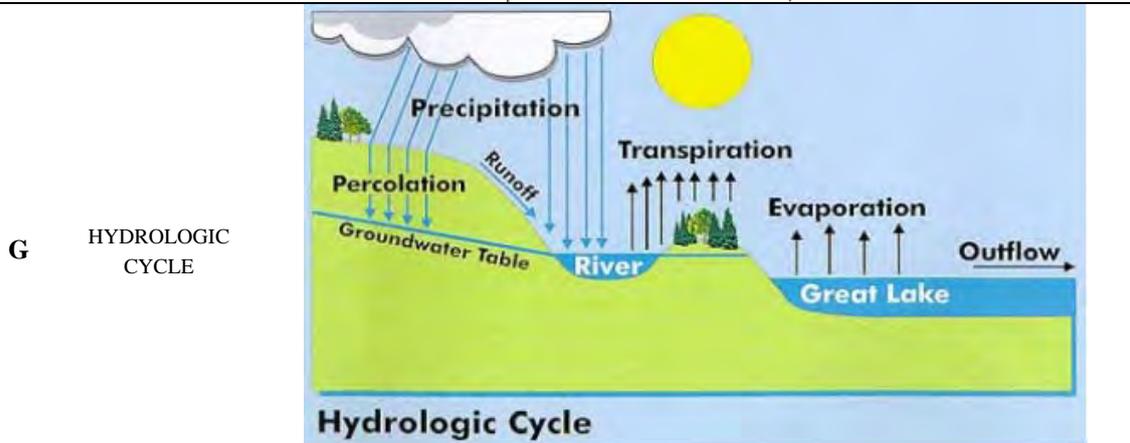
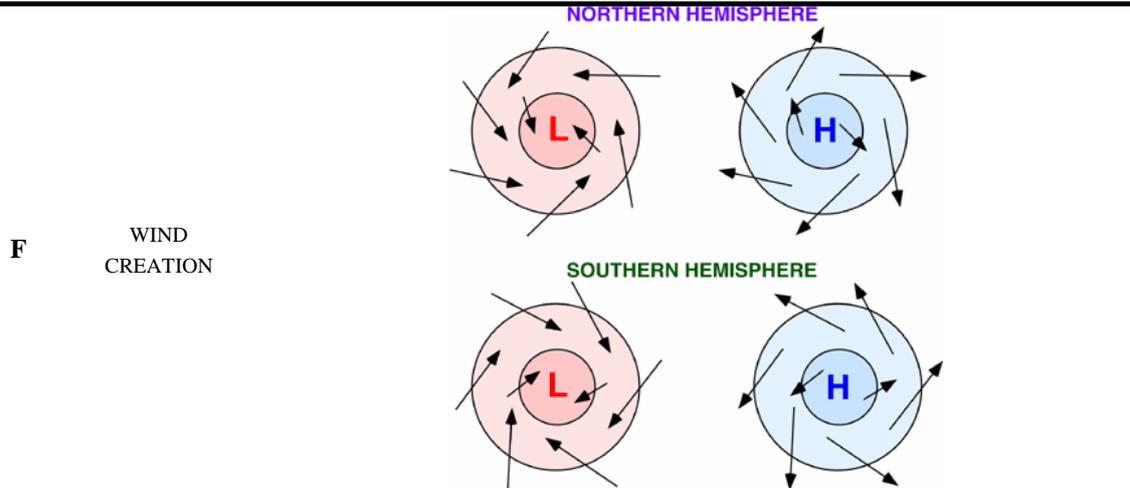


Fig. 12. Storm surge hydrographs along the 1 km radius observation arc.

3.2. Determinación de las unidades de análisis: el doblete texto de especialidad-ilustración

En nuestro trabajo, encaminado a determinar un modelo de uso de información gráfica en el discurso científico-técnico, es necesario analizar la relación existente entre ilustraciones y textos de especialidad. De acuerdo con nuestros objetivos, la unidad de análisis del estudio de corpus es doble: por una parte, los textos de especialidad que componen el medio habitual en el que aparece la información gráfica; por otra, las ilustraciones como representaciones visuales del conocimiento especializado.

3.2.1. La lingüística de corpus y los textos de especialidad

La lingüística de corpus no es una disciplina distinta a la Lingüística con principios teóricos diferenciados sino una metodología para el estudio de la lengua y el análisis textual abierta a muy diversas perspectivas de estudio: sintaxis, pragmática, sociolingüística, morfología, etc. Su objeto de trabajo es el corpus, según EAGLES (1996: 4), “a collection of pieces of language that are selected and ordered according to explicit linguistic criteria in order to be used as a sample of the language”. En otras palabras,

a large collection of authentic texts that have been gathered in electronic form according to a specific set of criteria [...] in order to be used as a representative sample of a particular language or subset of that language (Bowker y Pearson 2002: 9-10).

De acuerdo con esta definición, podemos caracterizar nuestro corpus como un corpus especializado (*specific purpose corpus*), puesto que se incluye textos pertenecientes a un dominio de especialidad concreto, que constituye su campo de análisis.

La lingüística de corpus tiene una importante repercusión en el estudio del lenguaje y en el desarrollo de aplicaciones informáticas de utilidad para la didáctica de la lengua, el procesamiento del lenguaje natural, la lexicografía, la sociolingüística, el análisis y la etiquetación sintáctica de textos, la traducción automática, las memorias de traducción y la gestión de terminología (Faber, López y Tercedor 2001: 168; Bowker y Pearson 2002: 20).

Quizás uno de los avances más significativos para la Terminología que ha proporcionado la lingüística de corpus es poder hacer explícito el contexto de un

término, lo que arroja información sobre su significado y sobre su uso, tal y como se desprende de la famosa cita de Firth (1957: 11) “you shall know a word by the company it keeps”.

La metodología de corpus aplicada al estudio de las lenguas y textos de especialidad cobra especial relevancia en la identificación de términos, la frecuencia de unidades fraseológicas y colocacionales, aspectos gramaticales complejos como el régimen preposicional de ciertas unidades de significación especializada, las convenciones retóricas y estilísticas de los textos de diferente nivel de especialización, reconocer los atributos esenciales de los conceptos que subyacen a cualquier representación lingüística y las relaciones entre conceptos especializados (Bowker y Pearson 2002: 39).

De forma similar a lo que ocurriría con cualquier unidad léxica (especializada o no), para estudiar de forma exhaustiva cuál es el uso real que hacen de la información gráfica los comunicadores especializados que actúan como emisores de textos científico-técnicos resulta bastante útil recurrir al análisis de las ilustraciones en contexto mediante técnicas de corpus.

No obstante, las herramientas de corpus que existen en la actualidad, como WordSmith Tools™, MonoConc Pro™ o Concorde Pro™, no permiten trabajar con otras formas de representación del conocimiento diferentes de aquellas que presentan la información a través de un código lingüístico. Aunque algunas de estas aplicaciones informáticas para el análisis textual son compatibles con textos html la mayoría no son compatibles con formatos de texto diferentes al texto plano (txt), por lo que realizar un trabajo de corpus con textos multimedia conlleva una dificultad añadida: la imposibilidad de procesar imágenes.

La metodología seguida en esta tesis pasa por la creación de un corpus en lengua inglesa compuesto por textos que contengan imágenes alusivas a conceptos de los dominios de Ingeniería de puertos y costas y Gestión integrada de zonas costeras. Los textos recopilados se clasificarán en tres subcorpus atendiendo a tres niveles básicos:

- especializado o altamente especializado;
- semiespecializado o de semivulgarización científica;
- de divulgación o de bajo de nivel de especialización.

Una vez compilado el corpus, hay que elaborar un inventario de etiquetas que se asignarán a las ilustraciones y que serán de gran ayuda para describir sus características semióticas y cognitivas, así como para identificar el concepto que representa, de manera que sea posible establecer la relación existente entre la naturaleza del concepto y los rasgos gráficos que focalizan sus atributos esenciales.

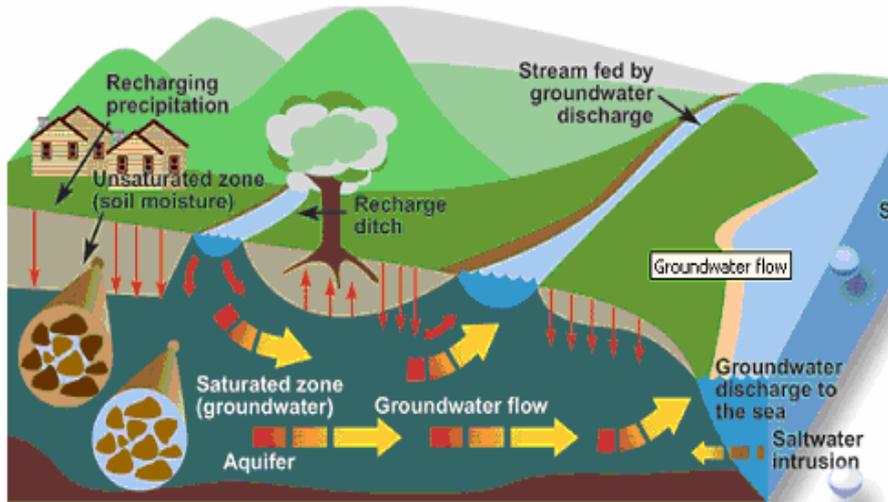
3.2.2. Las ilustraciones como unidades de conocimiento especializado

La TCT considera unidades de significación especializada (USE) todas aquellas representaciones del conocimiento cualesquiera que sean los códigos empleados susceptibles de adquirir un valor especializado en una situación comunicativa dada. En línea con este planteamiento, las imágenes pueden entenderse como USE, puesto que son recursos para la transferencia de conocimiento experto, que utilizan un código de representación no lingüístico basado en elementos visuales.

Por consiguiente, la lingüística de corpus que, como vimos en el punto anterior, proporciona a la terminología una metodología especialmente útil para el estudio del comportamiento de las USE, puede ser empleada como un método válido en nuestro análisis del uso de la ilustración en textos científico-técnicos.

El módulo de análisis de líneas de concordancia de WordSmith Tools, Concord, permitirá estudiar la relación existente entre los conceptos representados gráficamente, el tipo de ilustración y el nivel de especialización del texto. Para ello es necesario establecer un inventario de etiquetas que permita describir la configuración de la ilustración de acuerdo con la tipología propuesta en la Tabla 23 y determinar la relación de los tres parámetros de la clasificación (iconicidad, abstracción y dinamismo) con las características esenciales de los conceptos especializados en el marco de cada uno de los subcorpus de diferente nivel de especialidad.

Con el fin de identificar el concepto que representa una ilustración utilizaremos además de la información que proporciona la imagen misma, las descripciones textuales que suelen acompañarla a modo de pie de foto, título, el atributo “alt”, etc.



```
<br><span class="longdesc"><a href="...../descrip/nature/grdwtr/a5f2e.htm" title="Main ty of porosity">[0]</a></span></p>
```

Ilustración 32. Atributo alt y detalle del código fuente

La Ilustración 32 ofrece información descriptiva como texto incrustado en la imagen, por medio del título y el atributo alt. Asimismo, se puede observar un detalle del código fuente que muestra el atributo alt que visualizamos en la imagen; por el contrario, el atributo longdesc aparece vacío, por lo que no se proporciona una descripción más exhaustiva.

Con *Concord* se podrán realizar búsquedas utilizando las etiquetas como operadores de búsqueda de modo que podremos observar la frecuencia de cada tipo de ilustración a lo largo de los textos de los tres subcorpus, así como la prevalencia de los parámetros clasificadores y los conceptos a los que se asocian. Mediante el análisis de las líneas de concordancia generadas, es posible observar en conjunto todos los conceptos representados por según qué tipo de imagen, de lo que podremos extraer información relevante acerca de los niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo para aludir a los diferentes conceptos especializados.

Una vez realizadas las búsquedas y las mediciones que permitirán obtener los datos, deberemos interpretarlos teniendo en mente nuestra hipótesis de partida, que será refutada o confirmada en el marco de los principios de los modelos teóricos que se exponen en el siguiente punto y sobre los que hemos planteado nuestros objetivos.

**OBTENCIÓN DE DATOS: RECOPIACIÓN,
ETIQUETADO Y PROCESAMIENTO DEL CORPUS**

4. OBTENCIÓN DE DATOS: RECOPIACIÓN, ETIQUETADO Y PROCESAMIENTO DEL CORPUS

4.1. Recopilación del corpus

Todo estudio de corpus comienza por compilar el corpus. En esta primera fase hablaremos en detalle de la recopilación de nuestro corpus de especialidad y prestaremos especial atención a los criterios de selección de los textos y su clasificación en tres subcorpus: especializado, semiespecializado y divulgativo.

4.1.1. Criterios de selección de los textos del corpus

En los estudios de corpus, la selección de textos es un paso tan importante como el propio análisis. Por ello, es imprescindible desde el primer momento la elección de unos criterios coherentes con los objetivos del trabajo, ya que una selección de textos arbitraria desvirtuaría los resultados del análisis.

Por lo general, para compilar un corpus se deben tener en cuenta factores como el tamaño, el medio de transmisión, el dominio de especialidad, el tipo de texto, la autoría, la lengua y la fecha de publicación (Bowker y Pearson 2002: 72).

Estos criterios de selección de textos pueden ser de carácter externo o interno. Entre los primeros se encuentran el tamaño, el género textual, el modo o medio de transmisión, el origen, la autoría, el propósito, el nivel de especialización y el conjunto de receptores (Pearson 1998: 52-53). Entre los segundos, se encuentran el tema y el estilo o el registro.

Todos estos factores, cuya aplicación a nuestro corpus se describirá en el punto siguiente, pueden resumirse en los siguientes criterios, guía para la selección de los textos de nuestro corpus:

- a) *Disponibilidad electrónica*: la red posibilita el acceso a textos en formato electrónico, lo que permite agilizar el proceso de recopilación y su posterior procesamiento con herramientas de análisis de corpus. La recopilación de textos se llevó a cabo en el formato de archivo único mht para generar a partir de éste textos en formato de solo texto txt. Las principales fuentes empleadas

han sido páginas web de instituciones y organismos relacionados con la gestión de costas, así como la versión electrónica de revistas especializadas en este campo.

- b) *Lengua*: todos los textos se encuentran redactados en inglés, la lengua objeto de estudio en esta investigación.
- c) *Temática*: recopilar textos de la misma temática permite controlar la variación horizontal y facilita su reutilizabilidad. Teniendo en cuenta que el trabajo se enmarca dentro de un proyecto de investigación sobre Gestión integrada de zonas costeras, los textos recopilados pueden servir a otros investigadores del proyecto con otros fines.
- d) *Fiabilidad*: los textos elegidos han sido publicados por instituciones oficiales a nivel internacional, nacional y regional, revistas de alto impacto, obras enciclopédicas de prestigio, libros de texto universitarios y tesis doctorales.
- e) *Actualidad*: dado que la Ingeniería de puertos y costas y la Gestión integrada de zonas costeras son campos interdisciplinarios en constante evolución, los textos deben reflejar la influencia de temas relativamente recientes como el desarrollo sostenible, el cambio climático, la biodiversidad, la contaminación por vertidos, la energía marina, etc.
- f) *Género textual*: los textos fueron seleccionados siguiendo criterios pragmáticos como la función y el registro, desde géneros textuales dirigidos al público general, como guías didácticas, hasta textos de un alto nivel de especialización destinados a la comunicación entre expertos, como artículos originales de investigación o informes técnicos, pasando por textos escritos por expertos dirigidos a un público semilego, como balances de resultados de estudios y actuaciones sobre la costa.
- g) *Contenido gráfico*: para que el análisis de los textos arroje datos relevantes acerca del uso de ilustraciones en textos científico-técnicos, debemos seleccionar textos con contenido gráfico. No obstante, de acuerdo con nuestros planteamientos iniciales, la cantidad de contenido gráfico de los textos se prevé variable en función de su nivel de especialización.

4.1.2. Descripción y clasificación de los textos en tres subcorpus

El corpus recopilado se compone de 341 archivos de texto, procedentes de un total de 167 textos, los cuales suman 1 038 907 palabras. Esta disparidad entre el número de archivos y el número de textos se debe, como explicaremos un poco más adelante, a la forma fragmentada en que los textos electrónicos se presentan en la red.

El umbral propuesto era de 1 000 000 palabras, distribuidas uniformemente a lo largo de los tres subcorpus que integran el corpus (especializado, semiespecializado y divulgativo), a razón de 330 000 palabras aproximadamente. Al contrario de lo que pudiera parecer, los corpus de mayor tamaño no son necesariamente más útiles que otros más pequeños. Es preferible que los criterios que subyacen a su diseño sean coherentes con los objetivos del trabajo y se adapten a la necesidades de nuestra investigación (Bowker y Pearson 2002: 46).

El tamaño de los subcorpus no es casual. Los tres contienen un número similar de palabras, en torno a 330 000, para controlar la posibilidad de que se produzca una mayor concurrencia de ilustraciones en relación a un mayor número de palabras. De esta manera será posible analizar si existe mayor tendencia a la utilización de información gráfica en textos de mayor o menor grado de especialidad.

Se trata de un corpus monolingüe en inglés, dado que la mayor parte de la producción científica se transmite en esta lengua. No obstante lo anterior, la importancia del agua en la cultura mediterránea ha favorecido que la producción en lenguas del ámbito mediterráneo como el francés o el español se esté incrementando cada vez más, si bien la lengua de publicación de los avances científicos sigue siendo el inglés con preferencia sobre las anteriores.

En cuanto a su temática, el corpus incluye textos sobre Ingeniería de puertos y costas y Gestión integrada de zonas costeras. Asimismo, contiene textos de áreas afines como hábitats costeros, biodiversidad, meteorología marina, cambio climático, pesquerías, desastres naturales, energía marina, sedimentos y línea de costa o contaminación por vertidos o derrames, asuntos abordados siempre desde la perspectiva de la Ingeniería civil, la Oceanografía o la Hidrología.

El proceso de selección de textos estuvo guiado por expertos del Centro Andaluz de Medio Ambiente (CEAMA, <http://www.ceama.es>) y el Grupo de Puertos y Costas de la Universidad de Granada (<http://www.puertosycostas.com>), quienes confirmaban la adscripción de cada texto a uno u otro subcorpus y posteriormente supervisaron el corpus completo. La selección se llevó a cabo mediante buscadores como Google, Altavista y Yahoo, además de un buscador de buscadores como Metacrawler. Este permite incluir en las búsquedas las páginas recuperadas por el resto de buscadores y refinar la búsqueda de imágenes con opciones de color, tamaño y formato.

Los descriptores empleados en las búsquedas son términos especializados procedentes del tesauro visual desarrollado en el proyecto PuertoTerm. Puesto que nuestro objetivo era recopilar textos con contenido gráfico empleamos los módulos de búsqueda de páginas web de los anteriores buscadores junto con el módulo de búsqueda de ilustraciones, que recupera las imágenes incluidas en textos en los que aparecen los descriptores de búsqueda.

La diferencia entre el número de archivos y el número de textos que hemos observado en cada subcorpus se debe a la noción de *documento digital* (Pinto 2006), es decir, a los condicionamientos técnicos propios de un canal de información como Internet que han propiciado la redefinición de *texto*. *Stricto sensu*, un texto es una composición de signos de tamaño variable, codificada en un sistema de escritura que forma una unidad de sentido. *Lato sensu*, un texto es la unidad fundamental en el proceso de comunicación que posee carácter social y está caracterizado por su contenido semántico y comunicativo, así como por su coherencia. De acuerdo con Pinto (ibíd.), se entiende por documento digital

toda la categoría de textos que no están en papel y que se apoyan en las nuevas tecnologías. Contienen información visual, textual y sonora codificada en forma de dígitos binarios y se caracterizan por la clara separación entre mensaje y soporte. Dicha separación impide conseguir un visionado eficaz del documento y requiere, por tanto, una intermediación cognitiva basada en una estructura lógica del documento electrónico que proporcionará un gran poder de expresión.

Con ello queremos decir que cada uno de los archivos del corpus procede del visionado de una página web. Sin embargo, un mismo texto puede aparecer en la red de forma fragmentada en varias páginas web con distinta URL, dando lugar a más de un archivo. Tal como puede apreciarse en la Tabla 25, esto es muy frecuente en los

subcorpus divulgativo y semiespecializado, no tanto en el especializado, donde el texto aparece completo bajo una misma URL, codificado en formatos de archivo gráfico EPS o de documento portátil PDF que facilitan la visualización de la información.

Además de los condicionamientos planteados por los documentos digitales, debemos mencionar que los niveles de especialización, a menudo, están ligados a géneros textuales con características bien diferenciadas. En otras palabras, los textos de bajo nivel de especialización suelen presentarse en la red en forma de breves artículos divulgativos que, por lo general, suelen recurrir a la simplicidad retórica y textual para hacer más accesible el contenido a la audiencia; mientras que los textos altamente especializados aparecen en revistas de investigación con gran índice de impacto en forma de extensos artículos originales de investigación. Con el objetivo de controlar esta variable de extensión, hemos procurado que cada subcorpus contenga un número similar de palabras, como ya hemos mencionado, alrededor de 330 000.

En cuanto a la selección de los textos y su asignación a uno u otro subcorpus, se han seguido los criterios establecidos en la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5. Entre ellos caben destacar los pertenecientes a los niveles funcional y situacional, de acuerdo con el enfoque sociocomunicativo en que se enmarca esta investigación y que a continuación se detallan.

4.1.2.1. El subcorpus especializado

El primer subcorpus incluye 37 textos altamente especializados y suma 325 520 palabras en total. Son textos procedentes de fuentes especializadas dirigidas a facilitar el intercambio de información especializada entre expertos. Destacan por su longitud en comparación con los textos pertenecientes a los subcorpus semiespecializado y divulgativo. De ahí que 37 textos sean suficientes para superar las 330 000 palabras.

Los textos del subcorpus especializado parten de una situación comunicativa caracterizada por una relación de simetría entre ambos interlocutores, puesto que tanto el emisor como el receptor –científico y científico–, comparten un grado similar de conocimiento previo en la materia. Suelen aparecer en la comunicación intraprofesional. El acto de habla es informativo y tiene lugar entre un grupo reducido de personas, es decir, el conjunto de receptores es limitado. El tema científico se puede abordar desde un punto de vista teórico o aplicado con el fin de avanzar en el estudio de un aspecto

concreto de la ciencia. El texto en sí mismo constituye, por tanto, el vehículo empleado para difundir ese conocimiento, sus avances, resultados y conclusiones entre la comunidad científica, que incluye un número reducido de interlocutores.

Las fuentes de las que proceden estos textos son revistas monoespecializadas de alto índice de impacto: *Ocean and Coastal Management*; *Estuarine, Coastal and Shelf Science*; *Journal of Marine Science Technology*; *Applied Ocean Research*; *Ocean Engineering*; *Coastal Management*; *Journal of Oceanography*; *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*; *Dynamics of Atmospheres and Oceans*; *Ocean and Coastal Management*, entre otras.

La principal característica de estos textos es el elevado número de palabras por artículo, aproximadamente unas 10 000. A simple vista presentan una alta densidad terminológica, que se pone de manifiesto en el empleo de gran cantidad de términos por unidad de texto. Estos presentan, generalmente, elementos formales de carácter no verbal, fundamentalmente imágenes, cuyas características constituyen el objeto de estudio del presente trabajo.

El formato de los textos científicos especializados está determinado por las *General Instructions for Authors*, *Guide for Authors* o *Submission Guidelines* que cada revista establece para los que remiten artículos. Ello es importante ya que afecta a las ilustraciones, especialmente al número de ilustraciones que aparecen, el color, el formato y los pies de foto. A este respecto cabe indicar que no existen criterios homogéneos entre las distintas publicaciones acerca del tratamiento de las ilustraciones, si bien todas incluyen epígrafes que contienen instrucciones sobre su publicación.

Estos epígrafes reciben nombres como *Illustrations*, *Author Artwork Instructions*, *Preparing figures for journal articles*, *Artwork Guidelines*, entre otros, y son indicativos de la importancia concedida al material gráfico en publicaciones especializadas.

Tabla 25. Descripción del corpus

Subcorpus	Número de archivos	Número de textos	Número de palabras	Número de imágenes
Divulgativo	193	104	348 356	1 156
Semiespecializado	112	56	365 031	878
Especializado	37	37	325 520	498
Total	341	167	1 038 907	2532

4.1.2.2. El subcorpus semiespecializado

El segundo subcorpus está integrado por 112 archivos que corresponden a 56 textos de un nivel medio de especialización y que suman un total de 365 031 palabras. Los textos semiespecializados constituyen el reflejo de una situación comunicativa cuya función principal es la transferencia de conocimiento especializado entre un emisor –científico– con una competencia cognitiva en la materia superior a la del receptor –semilego– como resultado de una situación comunicativa asimétrica donde informar es el foco contextual primario. Suelen aparecer en la comunicación interprofesional.

Estos textos suelen tener su principal canal difusión en publicaciones de prestigio dirigidas a un público más o menos numeroso, en las cuales el tema científico suele recibir un tratamiento teórico o didáctico. En este último caso, aunque informar sea el foco primario, enseñar constituye un foco contextual secundario, por lo que suelen incluir recursos como explicitaciones, aclaraciones y ejemplificaciones de determinados conceptos para facilitar su transmisión a una audiencia a la que se le presupone un conocimiento sobre el tema inferior al del experto aunque con cierta predisposición o interés por aumentarlo.

En consecuencia, la densidad terminológica aumenta respecto a la de textos divulgativos, si bien continúa siendo inferior a la de textos especializados. Con frecuencia viene acompañada, por razones de accesibilidad a los contenidos, por recursos como los que acabamos de mencionar.

Por lo general, la mayoría de páginas recuperadas mediante estas búsquedas son portales de instituciones oficiales, que ofrecen informes sobre sus actuaciones (por ejemplo las páginas web del estado de Maine (EE UU) y de la International Tankers Owners Pollution Federation Ltd.), o bien webs de contenido educativo que ofrecen guías didácticas, manuales y libros de texto universitarios en formato electrónico como parte de programas de *e-learning*: *The Online Textbook on Fundamentals of Physical Geography*, *The Natural History of Nova Scotia* del Nova Scotia Museum (Canadá) o la página web del Department of Environment and Climate Change (New South Wales, Australia).

4.1.2.3. El subcorpus divulgativo

El tercer subcorpus está integrado por 192 archivos, correspondientes a 104 textos de divulgación especializada, esto es, textos de temática especializada dirigidos a un público lego en dicha temática. En total, suman 348 356 palabras. Puede observarse el elevado número de textos necesario para aproximarnos al umbral de 330 000 palabras propuesto para cada subcorpus. Suelen aparecer en la comunicación profesional-lego.

Se trata de textos cuya función principal es la de transmitir información especializada a receptores con un grado de conocimiento muy bajo en la materia. Siguiendo la terminología de Gamero (2001), podemos decir que el foco contextual primario de los textos de divulgación científica es informativo. En ciertas ocasiones pueden darse funciones secundarias como la persuasiva, en el sentido de que determinados textos divulgativos sobre temas científicos de actualidad como la clonación terapéutica o, en el ámbito que nos ocupa, temas relacionados con el agua, su uso responsable y la contaminación, intentan formar una opinión en el receptor o concienciarlo y que este responda con una determinada actitud ante el asunto.

La situación comunicativa en que se enmarcan estos textos es asimétrica y tiene lugar entre emisores con una notable diferencia en cuanto al grado de competencia cognitiva en la materia que comparten –prácticamente ninguno– pues estamos ante un acto de comunicación entre el científico (en su papel de redactor científico o periodista científico en este caso) y un público lego con interés en el tema científico pero sin apenas conocimiento.

El canal de transmisión de la información suelen ser revistas multiespecializadas de gran tirada que hacen llegar los textos a un público muy numeroso y heterogéneo, acompañados de gran cantidad de elementos no verbales que ilustran los recursos de explicitación, metaforización o ejemplificación que sirven de complemento a las unidades terminológicas.

Entre las fuentes más destacables de textos divulgativos de nuestro corpus encontramos las revistas *Nature*, *Scientific American*, *National Geographic* y la página web de UCAR, (University Corporation for Atmospheric Research), NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), la web *Prentice Hall Earth Science*, la página de *Platform for Environment and Development in Coastal Regions and in Small*

Islands de la UNESCO, la web *Freshwater* de Environment Canada y la guía electrónica *Earthguide* de Geosciences Research Division at Scripps Institution of Oceanography.

Normalmente, estos portales forman parte de aulas abiertas de institutos universitarios y organizaciones no gubernamentales y están dirigidos a complementar la formación de los estudiantes. Al mismo tiempo, organismos oficiales a todos los niveles (internacional, nacional y estatal en el caso de textos procedentes de EE UU) difunden a través de sus páginas web los proyectos y los resultados obtenidos.

Uno de los indicadores a priori del nivel de especialidad de un texto es la cantidad de unidades terminológicas y, por consiguiente, debemos tener presente la densidad terminológica como criterio clasificador a la hora de calificar un texto como especializado, semiespecializado o divulgativo (véase punto § 2.3.2). No obstante, se debe manejar el criterio de densidad terminológica con cautela pues, en ocasiones, no resulta tan indicativo como en un principio pudiera parecer, sobre todo debido a la dificultad de establecer los límites entre lo que son unidades de significación especializada y unidades de la lengua general.

Los textos divulgativos presentan una densidad terminológica baja ya que su función didáctica requiere el uso de recursos que apoyen la transferencia de conocimiento en las condiciones de asimetría que acabamos de describir.

4.2. Etiquetado del corpus

Una vez compilado el corpus y organizado internamente de acuerdo con nuestros objetivos, hemos de pasar a la fase que precede al análisis, la anotación lingüística o etiquetado. Este proceso consiste en añadir una serie de información extra acerca de diferentes elementos de los textos, de modo que faciliten durante el análisis la recuperación de información relevante. Por ejemplo, mediante la inserción de etiquetas morfológicas tipo POS (*part-of-speech tags*), se puede hacer explícita y accesible información que, de otro modo, permanecería implícita como parte del discurso (Bowker y Pearson 2002: 88).

Por lo general, se entiende la anotación como el proceso por el que una serie de etiquetas explicita información acerca de elementos de carácter lingüístico. No es este

nuestro caso, pues, para nuestro análisis, es necesario insertar etiquetas que aporten información, por una parte, acerca del tipo de imagen que aparece en el texto y, por otra, sobre el concepto al que hace referencia la ilustración.

4.2.1. Etiquetas para conceptos

El etiquetado de conceptos pretende hacer explícito el contenido gráfico de la imagen mediante una etiqueta que haga referencia al concepto representado en la ilustración. Con esta operación intentamos establecer la relación existente entre los ocho tipos de imágenes identificados en nuestra clasificación (véase el apartado § 4.2.2) y el tipo de conceptos que normalmente representan. Para etiquetar los conceptos, comenzamos por extraer todas las imágenes del corpus y organizarlas mediante la herramienta Picasa⁸ de Google™.

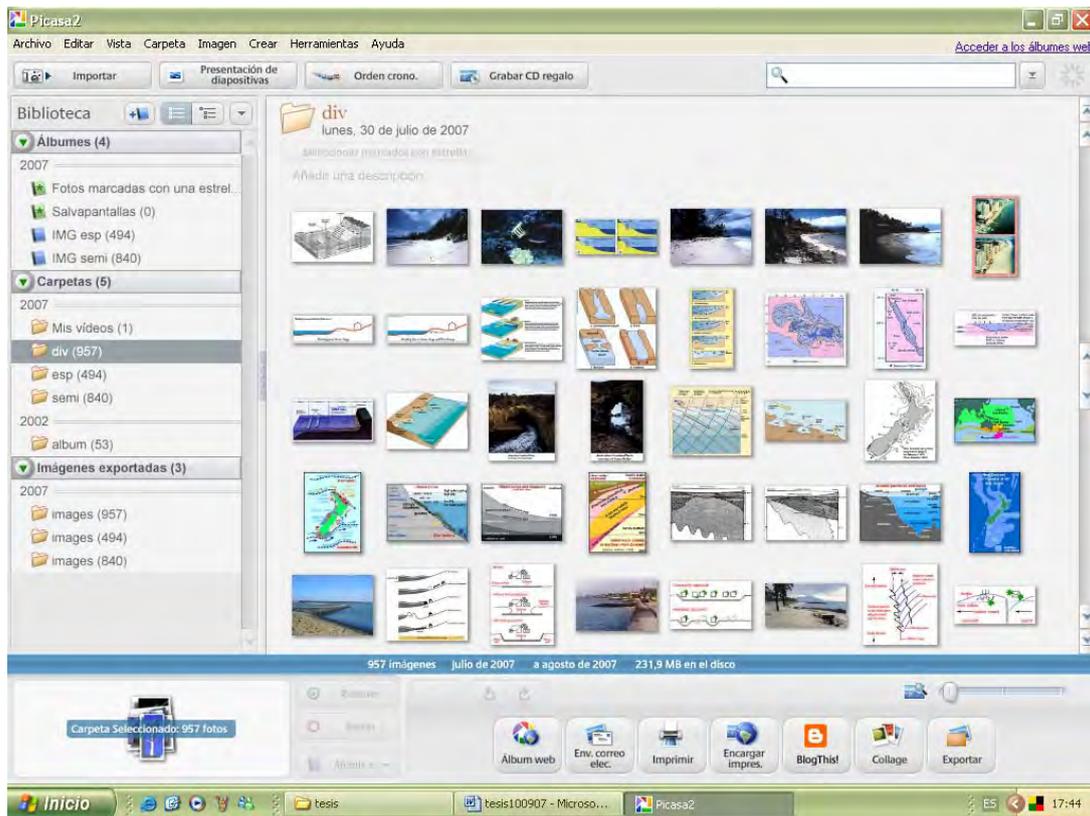


Ilustración 33. Etiquetado de conceptos mediante Picasa™

⁸ Picasa™ es una aplicación que permite clasificar colecciones de imágenes en bancos de datos, asignar un nombre a cada ilustración e identificarla mediante palabras clave. Asimismo, permite exportar los bancos de imágenes en formato html.

Con esta aplicación generamos tres bancos de imágenes y se asigna a cada imagen una etiqueta en mayúsculas alusiva al concepto que representa, por ejemplo <LITTORAL ZONES>, <COASTAL JET> o <WIND EROSION>. Esta etiqueta condensa la información conceptual de la imagen y se extrae de las diferentes descripciones textuales que acompañan a la ilustración, a saber: atributo alt (véase apartado § 3.2.2), pies de foto, títulos, texto incrustado y contexto. Finalmente, hay que insertar la etiqueta del banco de datos en el lugar del archivo txt donde debería aparecer la ilustración (véase Tabla 26). Para el análisis de corpus trabajaremos con archivos de solo texto ante la imposibilidad de procesar imágenes con WordSmith Tools⁹, si bien la inclusión de las etiquetas permite asociar en cualquier momento texto e imagen, al igual que la visualización de los archivos mht.

Tabla 26. Etiqueta conceptual asociada a la ilustración LITTORAL ZONES

Archivo txt	
<p>Depth zoning When the tide is low, it's just as if the sea has pulled its trousers down. Surprising things can then be found. You see barnacles high up and big snails low down on the shore. You can see that the shore has zones. Under water more zones are to be found. Here are the names for all these habitat zones.</p> <p><IMGC-ico-nab-ndin> <LITTORAL ZONES></p> <p>The effects of tides, waves and depth cause organisms to live in zones, running parallel with the coast. In this drawing a number of important terms are defined. The intertidal zone (eulittoral or midlittoral) extends between low and high tide.</p>	
Ilustración	
<p>The diagram illustrates the vertical zonation of a rocky coastline. From top to bottom, the zones are: splash zone (with barnacles), littoral (intertidal) zone (divided into upper/supra-littoral with stringy seaweeds and lower/sub-littoral with grazers), infralittoral zone (with kelp), and circalittoral zone (with filterfeeders). Tidal levels are marked as high water spring, high tide, low tide, and low water spring.</p>	<p>littoral zones</p> <p>high water spring high tide low tide low water spring</p> <p>upper-, supra- mid-, eu- lower-, sub-</p> <p>stringy seaweeds grazers kelp filterfeeders</p> <p>splash zone littoral (intertidal) infralittoral circalittoral</p>

⁹ Programa de análisis léxico creado por Mike Scott y comercializado por Oxford University Press [http://www.lexically.net/wordsmith]. WordSmith ToolsTM es compatible con el formato html, si bien únicamente permite procesar texto y no otros elementos de la estructura textual como, en este caso, ilustraciones.

4.2.2. Etiquetas para caracterizar ilustraciones

De forma paralela al etiquetado conceptual, se ha de llevar a cabo un etiquetado que haga alusión al tipo de ilustraciones que aparece en los textos. Dado que la herramienta de corpus elegida, WordSmith Tools, no permite procesar imágenes, la recopilación se llevó a cabo en el formato de archivo único mht para facilitar el etiquetado de las ilustraciones. De este modo es posible visualizar el texto y todos los elementos gráficos en un solo archivo.

Para ello, se produce un archivo txt compatible con WordSmith Tools™ a partir de cada uno de los textos mht para poder así visualizar las imágenes e insertar la etiqueta correspondiente, de acuerdo con la tipología propuesta en § 3.1.4, en el archivo txt. Las etiquetas generadas ad hoc son las que se muestran en la Tabla 27.

La etiqueta se compone de cuatro elementos que facilitarán la recuperación de datos con WordSmith Tools™. El primer elemento es el identificativo del tipo de imagen que representa; así IMG A permite simplemente clasificar la ilustración como Tipo A. Este tipo de imagen se caracteriza por ser icónico (ico), abstracto (ab) y dinámico (din). Es importante desglosar cada una de las características para poder evaluar la relevancia de cada uno de los parámetros clasificadores (iconicidad, abstracción y dinamismo) en los tres subcorpus con independencia del tipo de imagen y el resto de sus características.

Tabla 27. Tipología de ilustraciones y etiquetas

TIPO	DESCRIPCIÓN			ETIQUETA
	icónica	abstracta	dinámica	
A	✓	✓	✓	
B	✓	✓	×	<IMGB-ico-ab-ndin>
C	✓	×	×	<IMGC-ico-nab-ndin>
D	×	×	×	<IMGD-nico-nab-ndin>
E	×	✓	✓	<IMGE-nico-ab-din>
F	×	×	✓	<IMGF-nico-nab-din>
G	✓	×	✓	<IMGG-ico-nab-din>
H	×	✓	×	<IMGH-nico-ab-ndin>

4.3. Procesamiento del corpus

La última fase del trabajo de corpus consiste en procesar los textos ya etiquetados. Mediante el módulo de concordancias *Concord* de WordSmith Tools™, es posible procesar los textos del corpus y realizar búsquedas de frecuencia de cada uno de los

tipos de ilustraciones descritos en nuestra propuesta de clasificación y determinar la prevalencia de los tres parámetros en torno a los cuales se articula tal clasificación. Por otra parte, con la aplicación *WordList* se confeccionan listados con las palabras más frecuentes que permiten, a su vez, estudiar las características más significativas de los conceptos pertinentes de cada subcorpus.

En *Concord*, se utilizarán como operadores de búsqueda las distintas partes de las etiquetas que acabamos de describir en § 4.2 en combinación con símbolos como = ó *, que permiten restringir o ampliar la búsqueda, así como ceñirla a determinados criterios de búsqueda. Por ejemplo, para determinar cuántas ilustraciones contiene nuestro corpus introducimos como operador la fórmula IMG*, de modo que recuperemos todas aquellas ilustraciones etiquetadas debidamente en sus respectivos textos con independencia del tipo al que pertenezcan.

Para analizar la prevalencia de nuestros tres criterios de clasificación de ilustraciones, la búsqueda se realiza limitando los resultados a una palabra concreta, por ejemplo, =ico=. Con estos símbolos, que indican la secuencia exacta que hay que buscar, evitamos palabras que puedan contener la secuencia *ico* en su interior como *nicotine* o *icon*.

Tabla 28. Líneas de concordancia en torno a etiquetas de imágenes icónicas

1		<ELLIPTICAL ORBIT>	<IMGG-ico-nab-din>	The elli
2		<WORLD CURRENTS>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure
3	n 100 metres.	<GLOBAL CURRENTS>	<IMGG-ico-nab-din>	(Joseph L Reid in Oceanogr
4	from 1000 feet.	<OIL WINDROWS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 6 (right): Windrow
5	rom 1000 feet	<BROKEN SLICKS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 5 (left): Very lar
6	re 10ae-5.	<GLACIER ADVANCE>	<IMGG-ico-nab-din>	
7	e.	<BIOTITE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
8		<HORNBLLENDE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
9	e.	<OLIVINE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
10		<ORTHOCLASE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
11	se.	<QUARTZ>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
12	er.	<COPPER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
13	.	<GRAPHITE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
14	te.	<GALENA>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
15		<HEMATITE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
16	.	<DOLOMITE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 10d-
17	10q-1).	<LANDFORM DEVELOPMENT>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure 10q-1
18	22-May	<HEIGHT; VORTICITY>	<IMGA-ico-ab-din>	24 hours later, at 12
19	ometers.	<MARGINAL FEATURES>	<IMGC-ico-nab-ndin>	
20	ig. 15.30):	<TYPES OF ESTUARIES>	<IMGA-ico-ab-din>	Salt wedge estuary. These
21	feet (~150 m).	<CORAL CLUMPS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 14 (left): Clumps
22	19, 2007	<HYDROLOGIC CYCLE>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure 1: Hydrologic Cycle
23	1916.	<FLOODWATERS; ROCK RIVER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Rock River floodwaters in
24).	<SUBGLACIAL VOLCANIC CALDERA>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.14. Obliqu
25	wé, 1975).	<ICE-WEDGED POLYGONS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.23. Obliqu

Como se observa en la Tabla 28, los resultados de las búsquedas quedan consignados en archivos de solo texto en forma de líneas de concordancia, que mostrarán las etiquetas empleadas en la anotación alineadas al centro, a cuyo alrededor saldrá a relucir información conceptual y lingüística acerca de los conceptos representados gráficamente. En el siguiente apartado (véase § 5), se ofrecen los resultados obtenidos tras el procesamiento del corpus.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

A continuación presentamos los datos resultantes del análisis de corpus, en relación con el corpus general y cada uno de los tres subcorpus en que se organizan los textos objeto de estudio. Prestaremos especial atención a tres aspectos: el número de ilustraciones de cada tipo, la prevalencia de los parámetros de nuestra clasificación y el tipo de conceptos asociados.

El número total de ilustraciones es un dato significativo en relación al principal objetivo de este trabajo: estudiar el uso de información gráfica en textos científico-técnicos. De este modo, podremos saber si los redactores de textos científicos recurren o no con frecuencia a la ilustración para hacerse entender y si esa frecuencia está en relación con el nivel de especialización, lo que pondría de manifiesto una serie de condicionamientos pragmáticos.

Si asumimos la existencia de un componente pragmático en la ilustración, entonces, puede sernos de utilidad analizar los tipos de imágenes a partir de una clasificación basada en criterios semiótico-cognitivos. Esta clasificación que incluye parámetros tales como iconicidad, abstracción y dinamismo deber ser representativa de la activación de unos criterios u otros en función de la situación comunicativa que circunscribe al texto.

Finalmente, a través de listas de palabras que mostrarán los términos más frecuentes, identificaremos los conceptos más recurrentes del corpus y sus tres subcorpus. Ello permitirá *a)* extraer información conceptual y lingüística, especialmente pragmática, en relación al uso de información gráfica, *b)* identificar los conceptos pertinentes, sus características e interrelaciones y *c)* relacionar tipos de conceptos e ilustraciones según el usuario final del texto.

Las listas de palabras están lematizadas, lo que significa que a una sola forma canónica se le asignan otras formas asociadas. En nuestro caso, a la forma más frecuente, no necesariamente la forma canónica recogida en diccionarios, se le asocian otras que hacen referencia al mismo concepto, por ejemplo *coast*, *coasts* y *coastal*. Asimismo, se les aplica una *Stop List* o lista de palabras que excluye del recuento las palabras más frecuentes sin contenido semántico: *the*, *a*, *of*, *in*, etc.

5.1. Corpus general

5.1.1. Número de ilustraciones del corpus

El análisis del corpus revela la presencia de un total de 2532 ilustraciones. Teniendo en cuenta que nuestro corpus contiene 1 038 907 palabras, podemos establecer una ratio imagen/palabra (I/P) de 1/410, es decir, el corpus general contiene una ilustración por cada 410 palabras.

De las 2532 ilustraciones, 498 pertenecen al subcorpus especializado, lo que supone un 19,66% del total; 878 al subcorpus semiespecializado, lo que representa un 34,68% y 1156 al subcorpus divulgativo, es decir, un 45,66% (véase Figura 1).

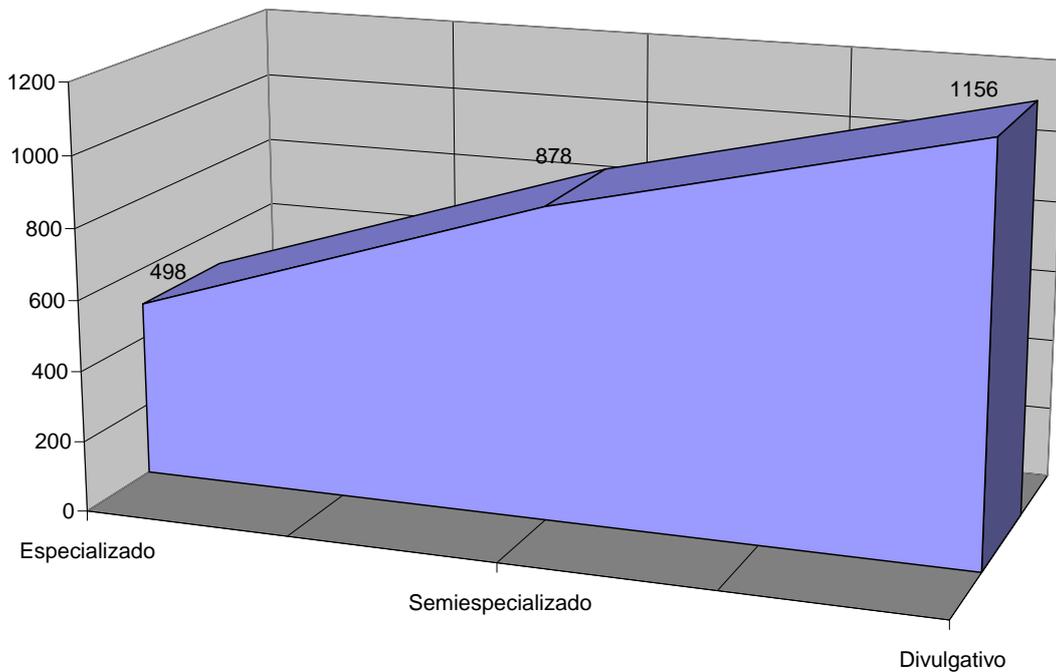


Figura 1. Frecuencia absoluta de ilustraciones del corpus

Estos resultados coinciden con lo que a priori cabría esperar. El cambio de perspectiva que experimentan los textos científico-técnicos al aumentar o disminuir su nivel de especialización afecta al número global de imágenes que suelen incluir. Considerando la ilustración un recurso explicativo y teniendo en cuenta la perspectiva didáctica presente en textos de divulgación, no es de extrañar, como se explicará más adelante, que el número de ilustraciones aumente gradualmente conforme disminuye el nivel de especialización.

5.1.2. Tipos de ilustraciones según la taxonomía propuesta

La Figura 2 muestra la distribución de estas 2532 ilustraciones entre los tipos recogidos en la clasificación.

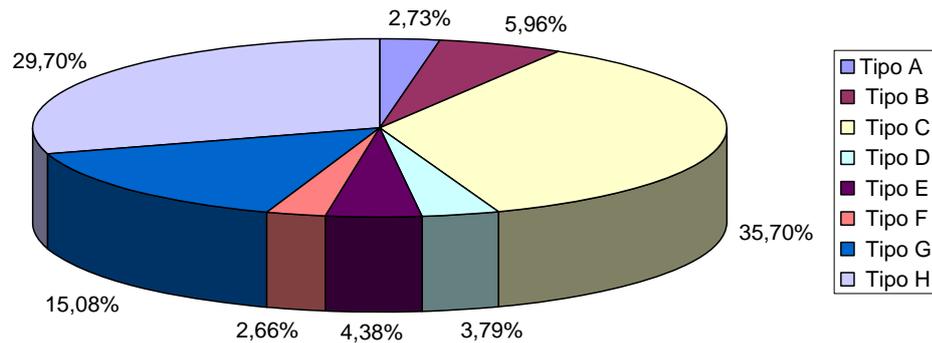


Figura 2. Distribución de los tipos de ilustraciones en el corpus general

Las ilustraciones que muestran los porcentajes más representativos son las de Tipo C, H y G. Las imágenes Tipo C son las más numerosas del corpus y constituyen un 35,70%. Le sigue el Tipo H con un 29,70%. El Tipo G, por su parte, representa el 15,08%. Los demás tipos de la clasificación presentan valores menos significativos. Así, las ilustraciones Tipo B representan el 5,96%; el Tipo E un 4,38%; el Tipo D un 3,79%; el Tipo A un 2,73% y el Tipo F un 2,66%.

5.1.3. Prevalencia de los parámetros de clasificación

El corpus general contiene un 59,48% de ilustraciones de carácter icónico frente a un 40,52% de ilustraciones no icónicas. En lo que respecta al criterio de abstracción, un 42,77% de ilustraciones son abstractas mientras que un 57,23% presentan un bajo nivel de abstracción. Solo un 24,84% de las imágenes del corpus general son dinámicas, frente a un mayoritario 75,16% de ilustraciones estáticas.

La cifra de ilustraciones dinámicas, más pequeña de lo que podríamos haber pensado primeramente, pone de manifiesto que la red, pese a proporcionar el medio más adecuado para la proliferación de imágenes dinámicas, no es un caldo de cultivo por sí misma, si no existen otros factores que el ilustrador ha de tener en cuenta para optar por una representación dinámica como, por ejemplo, las características del concepto.

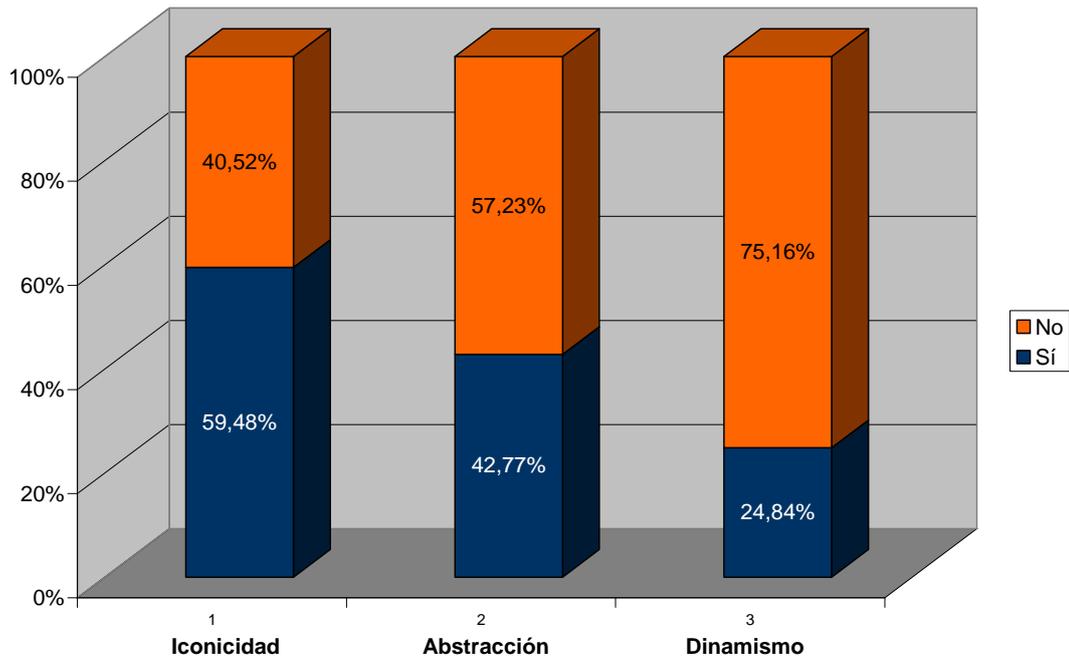


Figura 3. Prevalencia de los parámetros de clasificación en el corpus general

5.1.4. Análisis de lista de palabras lematizada

La Tabla 29 muestra una lista lematizada con las palabras más frecuentes del corpus general que da cuenta de la pertinencia de los conceptos del corpus en relación con el dominio de especialidad al que pertenecen.

Tabla 29. Lista lematizada de palabras del corpus general

Nº	Palabra	Frec.	%	Lemas
1	WATER	7.997	0,77	waters (434)
2	WAVE	7.216	0,70	waves (2488)
3	COASTAL	3.816	0,37	coast (1147), coasts (297)
4	TIDAL	3.352	0,32	tides (1062), tide (826)
5	OCEAN	3.002	0,29	oceanic (246), oceans (423)
6	SURFACE	2.853	0,28	
7	CURRENTS	2.702	0,26	current (1164)
8	AREAS	2.692	0,26	area (1300)
9	WIND	2.629	0,25	winds (727)
10	SEA	2.507	0,24	seas (177)

11	BEACH	2.465	0,24	beaches (651)
12	HIGH	2.405	0,23	height (758)
13	MODEL	2.322	0,22	models (541), modeling (136), modelling(132)
14	SEDIMENT	2.010	0,19	sediments (450), sedimentation (247)
15	LEVEL	1.970	0,19	levels (627)
16	USE	1.953	0,19	used (1157)
17	CHANGE	1.866	0,18	changes (928)
18	ENERGY	1.792	0,17	
19	FLOW	1.725	0,17	flows(317), flowing (187), flowed (10)
20	SAND	1.616	0,16	sandy (138)
21	SHORE	1.489	0,14	shores (87), shoreline (637)
22	DEPTH	1.428	0,14	deep (541)
23	SOIL	1.428	0,14	soils (330)
24	TIME	1.424	0,14	
25	RESULTS	1.406	0,14	result (690)
26	EROSION	1.398	0,13	erode (66), erodes (20), eroded (141), eroding (70)
27	DATA	1.319	0,13	
28	LOW	1.313	0,13	
29	LARGE	1.272	0,12	
30	PROCESSES	1.267	0,12	process (580)
31	ZONE	1.227	0,12	zones (232), zoning (11), zonation (19)
32	PERIOD	1.190	0,11	periods (311), periodic (82), periodical (3)
33	RIVER	1.170	0,11	rivers (434)
34	AIR	1.154	0,11	
35	LAND	1.112	0,11	
36	LONG	1.086	0,10	length (344)
37	OIL	1.063	0,10	oils (125)
38	CLIMATE	1.001	0,10	climatic (126)
39	MARINE	996	0,10	
40	SCALE	981	0,09	scales (216)
41	PRESSURE	930	0,09	pressures (50)
42	SPECIES	927	0,09	
43	EARTH	894	0,09	
44	BAY	888	0,09	
45	TEMPERATURE	887	0,09	temperatures (223)
46	SMALL	851	0,08	
47	GLOBAL	780	0,08	
48	ICE	767	0,07	
49	CONDITIONS	763	0,07	
50	NATURAL	759	0,07	

A simple vista se puede observar la pertinencia de conceptos como WATER, WAVE, COAST, TIDAL, OCEAN, etc. en el dominio de la Ingeniería de puertos y costas y la Gestión integrada de zonas costeras. Es destacable la aparición de variedades diatópicas, esto es, marcadas geográficamente, como se percibe en el caso de *modeling* (inglés de EE UU) o *modelling* (inglés del Reino Unido).

Con más detalle, en el apartado § 6.2, analizaremos las relaciones conceptuales activadas y la macrocategorías que estas evocan con el fin de ubicar los conceptos

especializados del corpus en el lugar que ocupan en cada uno de los marcos o subeventos que se derivan del CEE.

5.1.5. Recapitulación

El corpus general muestra una proporción mayoritaria de imágenes de Tipo C, H y G, que suman conjuntamente más del 80% del total de ilustraciones del corpus. La ilustración que aparece como prototípica del corpus es la Tipo C, no solo porque es la que representa un porcentaje mayor (35,70%), sino porque los parámetros que se activan con mayor prevalencia en el corpus general son los correspondientes al Tipo C, la iconicidad, un bajo nivel de abstracción y la ausencia de dinamismo.

Los términos que salen a relucir en la lista de palabras dan cuenta de los conceptos más relevantes del corpus. Estos ayudarán a comparar la información conceptual contenida en cada subcorpus al tiempo que permitirán identificar las relaciones conceptuales que configuran subeventos dentro de la Gestión integrada de zonas costeras. Para ilustrar esto nos centraremos en el subevento WAVE [OLA] que, como se ha visto en la lista lematizada es un concepto relevante en el corpus.

Sin embargo, es imprescindible analizar el valor de estos resultados en cada uno de los subcorpus pues, en función del comportamiento de las ilustraciones en los textos científico-técnicos, será posible describir el uso de la información gráfica por parte de los comunicadores especializados.

5.2. Subcorpus especializado

5.2.1. Número de ilustraciones del subcorpus

El subcorpus especializado es el que registra una menor presencia de imágenes en relación con los subcorpus semiespecializado y divulgativo, ya que incluye solamente el 19,66% de las ilustraciones del corpus general, esto es 498 de 2532. Atendiendo a estos datos y al número de palabras del subcorpus especializado (325 520 palabras), podemos establecer la ratio I/P de 1/653.

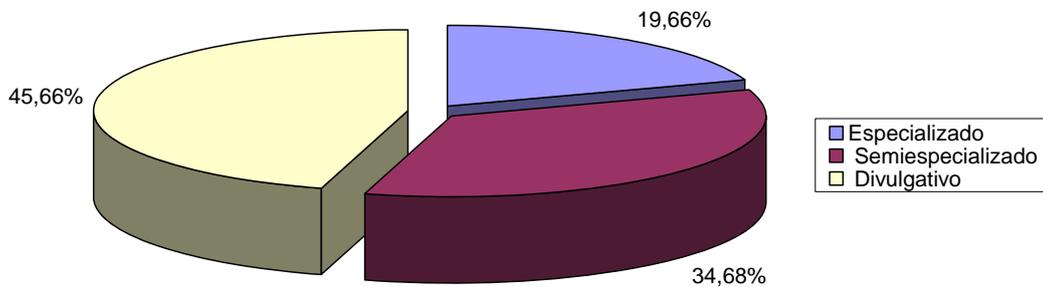


Figura 4. Frecuencia relativa de ilustraciones del subcorpus especializado, semiespecializado y divulgativo

5.2.2. Tipos de ilustraciones según la taxonomía propuesta

El 19,66% de ilustraciones que componen el corpus especializado se distribuye en los ocho tipos de ilustraciones de nuestra clasificación tal y como muestra la Figura 5.

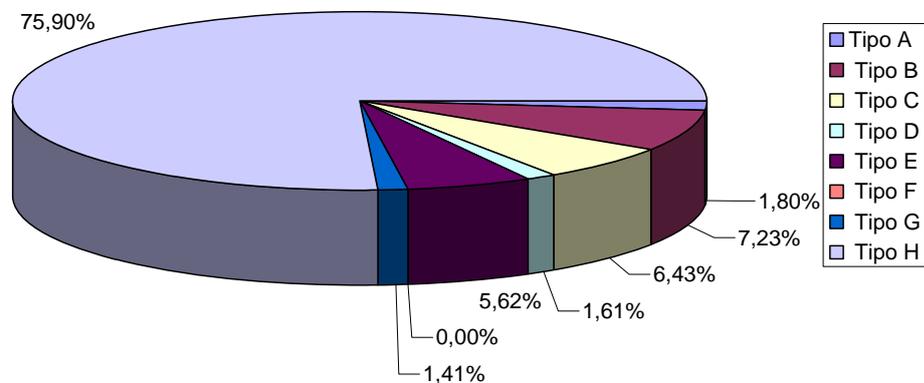


Figura 5. Distribución de ilustraciones en el subcorpus especializado

Como puede observarse, las ilustraciones más frecuentes en este subcorpus son las de Tipo H, de carácter no icónico, abstractas y no dinámicas, que representan el 75,90% del total. A estas imágenes le siguen en orden decreciente, aunque con valores significativamente inferiores, el Tipo B con 7,23%; el Tipo C con 6,43%; el Tipo E con 5,62%; el Tipo A con 1,80%; el Tipo D con 1,61%; el Tipo G con 1,41% y, finalmente, el Tipo F, que no cuenta con ninguna ilustración en el subcorpus especializado, con 0%.

5.2.3. Prevalencia de los parámetros de clasificación

Los porcentajes mostrados en la Figura 6 dan cuenta de los niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo presentes en las ilustraciones del subcorpus especializado. Según estas cifras, la imagen prototípica de este subcorpus es la Tipo H. Además de ser la que aparece muy mayoritariamente, sus características –baja iconicidad, alta abstracción y ausencia de dinamismo– son las que predominan en las imágenes de textos especializados y altamente especializados.

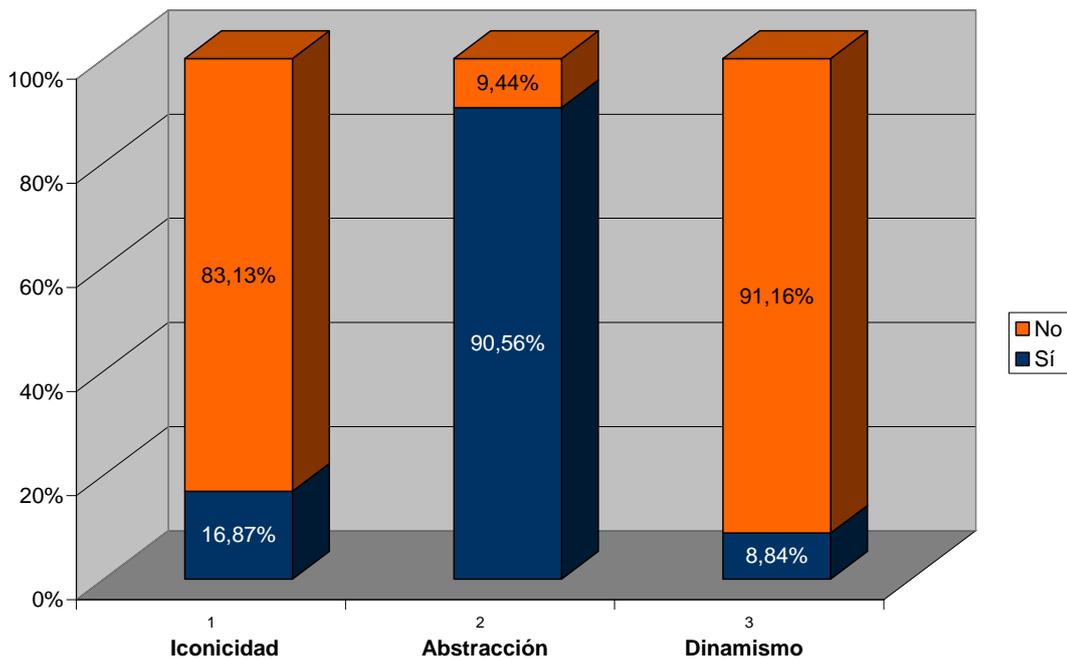


Figura 6. Prevalencia de los parámetros de clasificación en el subcorpus especializado

Así, la iconicidad está presente en solo el 16,87% de las ilustraciones, lo que deja lugar a un predominio absoluto de las ilustraciones no icónicas, que representan el 83,13%. En lo que respecta al criterio de abstracción, la inmensa mayoría de las ilustraciones, un 90,56%, muestran altos niveles de abstracción, mientras que solo un

mínimo 9,44% parecen ser accesibles al público general. Finalmente, las ilustraciones dinámicas suponen únicamente el 8,84%, frente a un 91,16% de ilustraciones no dinámicas.

5.2.4. Análisis de lista de palabras lematizada

La lista de palabras que recoge la Tabla 30 muestra conceptos que se repiten entre los más frecuentes a lo largo de todo el corpus como WAVE, SEDIMENT, BEACH o COAST. No obstante, uno de los conceptos más importantes, WATER, queda relegado hasta la 5ª posición, con un 0,29% de frecuencia relativa.

Es de destacar la aparición en los primeros puestos de conceptos como MODEL, USE, DATA, RESULTS, SCALE o STUDY, que revelan el carácter especializado y experimental de los textos que componen el subcorpus especializado, si bien estudiaremos estas particularidades más adelante.

Tabla 30. Lista lematizada de palabras del subcorpus especializado

Nº	Palabra	Frec.	%	Lemas
1	WAVE	3.424	1,06	waves (928)
2	MODEL	1.676	0,52	models (302), modeling (94), modelling (102)
3	COASTAL	1.362	0,42	coast (328), coasts (33)
4	SEDIMENT	995	0,31	sediments (80), sedimentation (127)
5	WATER	993	0,29	waters (59)
6	BEACH	939	0,29	beaches (188)
7	USED	838	0,26	using (326)
8	DATA	743	0,23	
9	STRUCTURE	703	0,22	structures (339)
10	CURRENT	695	0,22	currents (285)
11	HIGH	669	0,21	height (321)
12	RESULTS	658	0,20	result (166)
13	WIND	658	0,20	winds (110)
14	SHORELINE	654	0,20	shore (320)
15	TIME	642	0,20	
16	SURFACE	631	0,20	
17	TIDAL	603	0,19	tide (152), tides (90)
18	SCALE	594	0,18	scales (152)
19	DEPTH	582	0,18	deep (130)
20	STUDY	569	0,18	studies (143)
21	AREA	559	0,17	areas (178)
22	BAY	531	0,16	
23	OCEAN	524	0,16	oceans (40), oceanic (36)
24	SEA	484	0,15	seas (16)
25	LEVEL	479	0,15	levels (143)
26	PERIOD	435	0,14	periodic (35), periodical (3), periods (112)
27	ENGINEERING	430	0,13	
28	TRANSPORT	424	0,13	

29	BREAKING	422	0,13	break (45), breaks (4), breaker (73), breakers (21)
30	CASE	401	0,12	
31	EROSION	395	0,12	erode (6), erodes (1), eroded (54), eroding (15)
32	ZONE	377	0,12	zones (45), zoned (1), zoning (1), zonation (2)
33	VELOCITY	353	0,11	velocities (71)
34	LARGE	348	0,11	
35	ENERGY	337	0,10	
36	FIELD	335	0,10	
37	MEAN	311	0,10	
38	CONDITIONS	303	0,09	
39	VERTICAL	295	0,09	
40	ORDER	293	0,09	
41	STORM	291	0,09	
42	FREQUENCY	290	0,09	
43	TABLE	283	0,09	
44	NUMERICAL	281	0,09	
45	SLOPE	280	0,09	
46	STRESS	279	0,09	
47	BED	278	0,09	
48	SCOUR	278	0,09	
49	ANALYSIS	275	0,09	
50	FLOW	272	0,08	

5.2.5. *Recapitulación*

El subcorpus especializado es el que contiene un número menor de ilustraciones y, en consecuencia, el que presenta una ratio I/P menor. Las ilustraciones más frecuentes son la Tipo H, Tipo B, Tipo C y Tipo E, que juntas superan el 95% del total. En el otro extremo se encuentran (por orden decreciente) los Tipos A, D y G, que apenas alcanzan el 5% restante. De todas ellas, las ilustraciones Tipo H son las más numerosas y sus características, bajo nivel de iconicidad, elevada abstracción y escaso dinamismo, las más representativas de las imágenes presentes en textos de este nivel de especialización.

Por otra parte, los términos que forman parte de la lista de palabras más frecuente ponen de relieve el carácter experimental de los textos especializados, por la relevancia que adquieren conceptos de carácter metodológico en los artículos originales de investigación que predominan entre los textos altamente especializados.

5.3. **Subcorpus semiespecializado**

5.3.1. *Número de ilustraciones del subcorpus*

Como se vio en la Figura 4, el subcorpus semiespecializado contiene el 34,68% de las ilustraciones del corpus general, lo que supone 878 de un total de 2532 imágenes. Dado

que este subcorpus incluye 365 031 palabras, la ratio I/P en textos de un nivel medio de especialización es de 1/451, es decir, una imagen por cada 451 palabras aproximadamente.

5.3.2. Tipos de ilustraciones según la taxonomía propuesta

Las 878 ilustraciones que componen el subcorpus semiespecializado se reparten entre los diferentes tipos de nuestra clasificación de la siguiente manera. El Tipo C es el que incluye un mayor número de ilustraciones, lo que representa un 33,94%. Le siguen el Tipo H con un 24,71%, el Tipo G con 14,46%. Por orden decreciente, las demás ilustraciones se distribuyen en Tipo E (7,58%), Tipo A (5,81%), los Tipos B y D (5,47%) y Tipo F (2,62%).

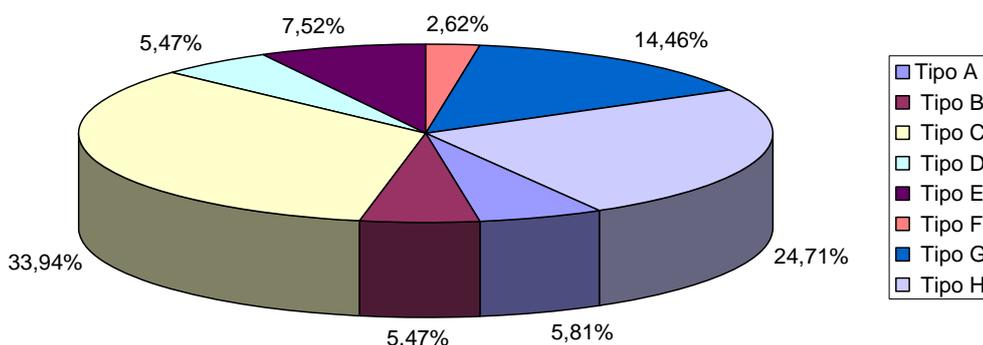


Figura 7. Distribución de ilustraciones en el subcorpus semiespecializado

En la Figura 7 se observa que los dos tipos más recurrentes son, en primer lugar, el Tipo C (icónico, no abstracto y no dinámico) que, como veremos, es el más característico del subcorpus divulgativo y, en segundo lugar, el Tipo H (no icónico, abstracto y no dinámico), prototípico del subcorpus especializado. De ello se deduce que no existe una ilustración propia de los textos semiespecializados, sino que combina las que son características del nivel más alto y el más bajo de especialidad.

5.3.3. Prevalencia de los parámetros de clasificación

En el subcorpus semiespecializado predominan las ilustraciones icónicas respecto de las no icónicas con una proporción de un 58,68% frente a un 40,32%. El 56,49% de las imágenes no presenta niveles de abstracción elevados, si bien un 43,51% sí tiene un carácter abstracto. En cuanto al dinamismo, solamente el 30,41% sugiere movimiento evocando la naturaleza dinámica de los conceptos frente a un 69,59% de imágenes no dinámicas.

Estas cifras pueden llevar a pensar que la imagen prototípica del subcorpus semiespecializado es la Tipo C (icónica, no abstracta y no dinámica) aunque, como vimos en el punto anterior, el subcorpus semiespecializado se encuentra a caballo entre lo especializado y lo divulgativo. En este sentido, la distribución de ilustraciones presenta también como representativo el Tipo H, propio del subcorpus especializado.

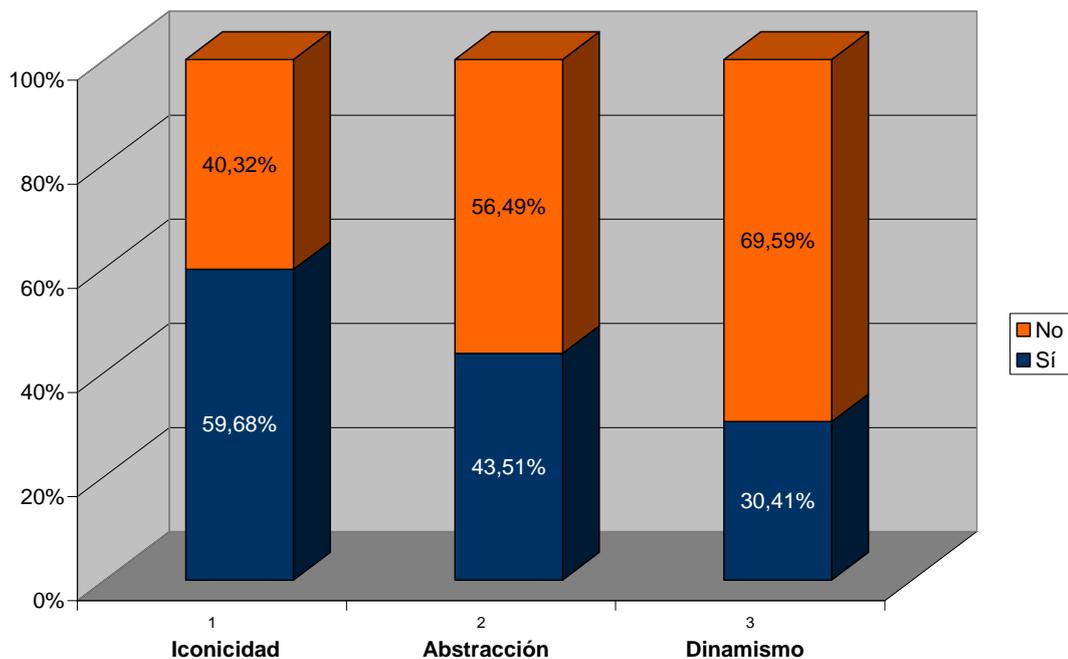


Figura 8. Prevalencia de los parámetros de clasificación en el subcorpus semiespecializado

5.3.4. Análisis de lista de palabras lematizada

La Tabla 31 muestra los términos más frecuentes en el subcorpus semiespecializado. Aparentemente, los primeros puestos están ocupados por palabras de la lengua general como WATER, AREA, WIND, SURFACE, SEA o HIGH; sin embargo, estas palabras adquieren

un valor especializado en función del contexto y pueden aportar información pragmática relevante, que detallaremos en § 6.2.

Tabla 31. Lista lematizada de palabras del subcorpus semiespecializado

Nº	Palabra	Frec.	%	Lemas
1	WATER	2.237	0,61	waters (123)
2	WAVE	1.553	0,43	waves (721)
3	COASTAL	1.362	0,37	coast (517), coasts (137)
4	AREAS	1.328	0,36	area (536)
5	WIND	1.079	0,30	winds (356)
6	SURFACE	1.065	0,29	
7	SEA	900	0,25	seas (77)
8	HIGH	834	0,23	height (138)
9	OCEAN	832	0,23	oceans (117), oceanic (65)
10	OIL	814	0,22	oils (118)
11	SAND	763	0,21	sands (35), sandy (52)
12	LEVEL	734	0,20	levels (287)
13	BEACH	706	0,19	beaches (270)
14	CURRENTS	701	0,19	current (300)
15	ENERGY	687	0,19	
16	SOIL	680	0,19	soils (214)
17	FLOW	669	0,18	flows (96), flowing (66), flowed (2)
18	TIDAL	663	0,18	tide (164), tides (148)
19	SEDIMENT	639	0,17	sediments (233), sedimentation(86)
20	AIR	633	0,17	
21	CHANGE	623	0,17	changes (265)
22	LOW	593	0,16	
23	USED	570	0,16	use (279)
24	CLIMATE	538	0,15	climatic (74), climates (44)
25	LAND	495	0,14	
26	TEMPERATURE	495	0,14	temperatures (152)
27	MARINE	474	0,13	
28	PROCESSES	467	0,13	process (215)
29	RIVER	460	0,13	rivers (142)
30	SPECIES	444	0,12	
31	EROSION	440	0,12	erode (23), erodes(8), eroded (43), eroding (25)
32	PRESSURE	427	0,12	pressures (26)
33	DATA	423	0,12	
34	LARGE	420	0,12	
35	ZONE	413	0,11	zones (94), zoning (5), zoned (1), zonation (12)
36	ICE	409	0,11	
37	NORTH	384	0,11	
38	TIME	366	0,10	
39	DEVELOPMENT	359	0,10	
40	NATURAL	353	0,10	
41	OFFSHORE	318	0,09	
42	IMPORTANT	314	0,09	
43	SOUTH	307	0,08	
44	YEARS	304	0,08	
45	GLOBAL	302	0,08	
46	SMALL	302	0,08	
47	ATMOSPHERE	300	0,08	

48	VEGETATION	288	0,08
49	NEW	287	0,08
50	EARTH	282	0,08

5.3.5. Recapitulación

En resumen, los datos obtenidos del análisis de textos semiespecializados sitúan este subcorpus en un estadio intermedio entre lo especializado y lo divulgativo. Los dos tipos de ilustraciones más recurrentes son el Tipo C y el Tipo H, si bien la prevalencia de los parámetros de clasificación en este subcorpus muestra una preferencia por el uso de ilustraciones icónicas, con bajo nivel de abstracción y no dinámicas. Los términos más frecuentes de la lista de palabras constituyen unidades léxicas propias de la lengua general que activan un significado especializado en contexto, si bien coexisten con términos propios de los dominios de especialidad que nos ocupan.

5.4. Subcorpus divulgativo

5.4.1. Número de ilustraciones del subcorpus

El subcorpus divulgativo, con un 45,66%, es el que contiene el mayor número de ilustraciones en relación con los subcorpus especializado y semiespecializado, pues incluye un total de 1156 imágenes. La ratio I/P de este subcorpus es de 1/301, o lo que es lo mismo, una imagen por cada 301 palabras, de las 348 356 que contiene el subcorpus.

5.4.2. Tipos de ilustraciones según la taxonomía propuesta

Las 1156 ilustraciones que aparecen en los textos divulgativos de nuestro subcorpus se distribuyen como sigue. Prácticamente la mitad de ellas, un 49,65%, pertenecen al Tipo C.

Tras estas, los Tipos G y H presentan una frecuencia relativa bastante elevada, 21,45% y 13,59% respectivamente. El resto de tipos muestran unos porcentajes menos significativos, por orden decreciente: Tipo B (5,80%), Tipo F (3,80%), Tipo D (3,46%), Tipo E (1,47%) y, por último, Tipo A (0,79%).

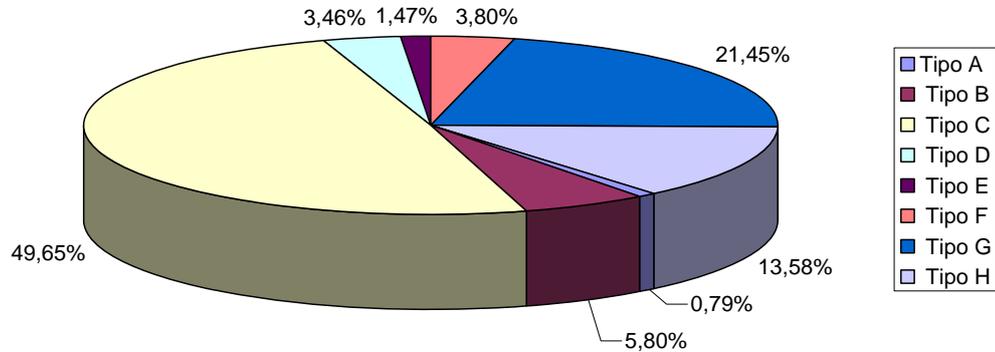


Figura 9. Distribución de ilustraciones en el subcorpus divulgativo

5.4.3. Prevalencia de los parámetros de clasificación

Los parámetros de clasificación de nuestra tipología de información gráfica presentan los porcentajes que a continuación se mencionan. En lo que respecta a la iconicidad, existe un amplio predominio de imágenes icónicas, un 77,68% frente a aquellas de carácter no icónico.

Las ilustraciones no abstractas son mayoritarias respecto de las que presentan altos niveles de abstracción, un 78,37% frente a un 21,63%. Si nos remitimos a los datos de iconicidad y abstracción del subcorpus especializado podremos observar justamente el fenómeno opuesto.

El dinamismo está presente en un 27,51% mientras que un 72,49% no presenta características dinámicas. Estas cifras revelan como imágenes prototípicas del subcorpus divulgativo las pertenecientes al Tipo C, que además han resultado ser las más frecuentes en este subcorpus.

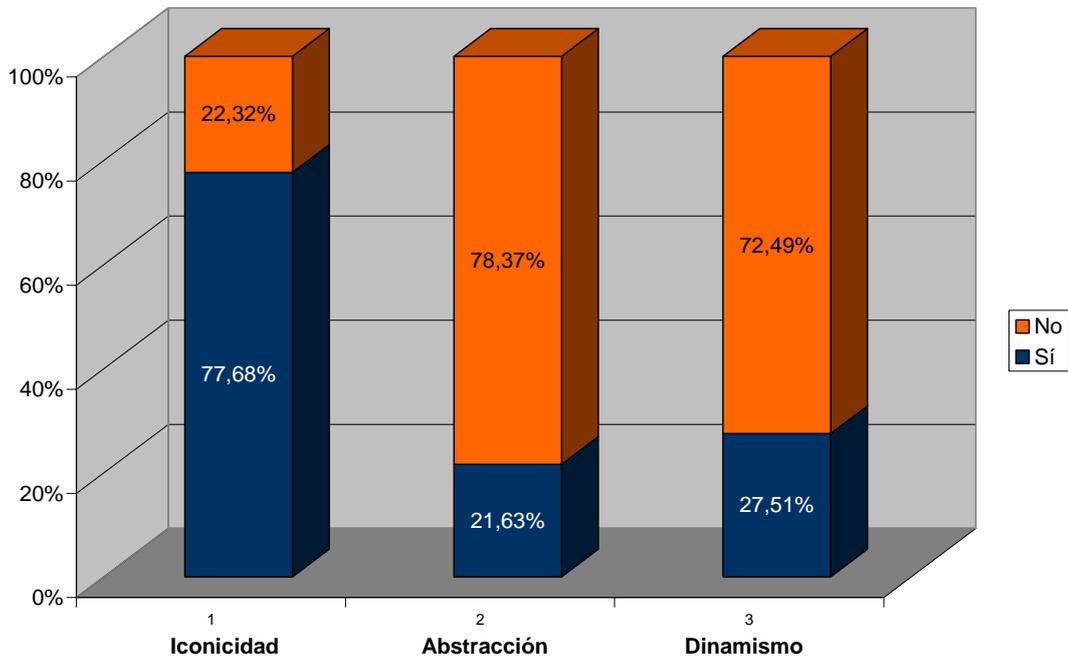


Figura 10. Prevalencia de los parámetros de clasificación en el subcorpus divulgativo

5.4.4. Análisis de lista de palabras lematizada

El análisis de la lista de palabras revela que los términos más frecuentes en el subcorpus divulgativo coinciden en su mayoría, aunque con diferente orden, con los que aparecen en las listas de palabras generadas para los subcorpus especializado y semiespecializado. Esto puede ser indicativo de los focos de atención más significativos en cada tipo de texto, que presentan la misma temática aunque con diferente perspectiva, pues esta varía atendiendo a las características de los distintos grupos de receptores.

A pesar de esta coincidencia, no solo es importante estudiar la posición que ocupa cada término sino la frecuencia relativa con que aparece en el subcorpus. Así, podemos destacar el 1,38% de frecuencia con que aparecen términos alusivos al concepto WATER, que, recordemos, en el caso del subcorpus especializado ocupaba la 5ª posición. Podemos destacar en esta lista lematizada, la ausencia de términos propios del método científico, como se veía en § 5.2.4, ya que los textos divulgativos no tienen carácter experimental y, más que procedimientos, tratan de transmitir un conocimiento declarativo mediante la explicación de conceptos especializados básicos del dominio de especialidad.

Tabla 32. Lista lematizada de palabras del subcorpus divulgativo

Nº	Palabra	Frec.	%	Lemas
1	WATER	4.817	1,38	waters (252)
2	WAVE	2.239	0,64	waves (839)
3	TIDES	2.086	0,60	tidal (752), tide (510)
4	OCEAN	1.646	0,47	oceans (266), oceanic (145)
5	CURRENTS	1.306	0,37	current (454)
6	SURFACE	1.157	0,33	
7	SEA	1.123	0,32	seas (84)
8	COASTAL	1.092	0,31	coasts (127), coast (302)
9	HIGH	982	0,28	height (299), heights (80)
10	WIND	892	0,26	winds (261)
11	USED	874	0,25	use (316), uses (76), using (128)
12	BEACH	820	0,24	beaches (193)
13	AREAS	805	0,23	area (383)
14	CHANGES	778	0,22	change (388)
15	ENERGY	768	0,22	
16	LEVEL	757	0,22	levels (197)
17	FLOW	711	0,20	flows (156), flowing (117), flowed (4)
18	SAND	637	0,18	sands (13), sandy (45)
19	SOIL	625	0,18	soils (107)
20	ESTUARIES	615	0,18	estuary (135), estuarine (46)
21	EARTH	596	0,17	
22	EROSION	563	0,16	erode (37), erodes (11), eroding (30), eroded (44)
23	LAND	562	0,16	
24	RIVER	553	0,16	rivers (244)
25	STREAM	545	0,16	streams (205)
26	DEEP	522	0,15	depth (229), depths (37)
27	LARGE	504	0,14	
28	LOW	462	0,13	
29	SPECIES	449	0,13	
30	CLIMATE	448	0,13	climates (26), climatic (42)
31	PERIOD	446	0,13	periods (105), periodic (29)
32	GROUND	442	0,13	
33	ZONE	439	0,13	zones (93), zonation (5), zoning (5)
34	POWER	418	0,12	
35	TIME	416	0,12	
36	FETCH	414	0,12	fetches (8)
37	MARINE	414	0,12	
38	SPEED	394	0,11	speeds (60)
39	AIR	393	0,11	
40	GLOBAL	381	0,11	
41	SEDIMENT	376	0,11	sediments (137), sedimentation (34)
42	ICE	354	0,10	
43	MOON	334	0,10	
44	NATIONAL	318	0,09	
45	PRESSURE	317	0,09	pressures (11)
46	NEW	313	0,09	
47	GROUNDWATER	297	0,09	
48	FISH	296	0,08	
49	YEARS	289	0,08	
50	STORM	280	0,08	

5.4.5. Recapitulación

Los resultados del subcorpus divulgativo evidencian la antítesis entre los textos especializados y textos de divulgación. En su conjunto, los datos que arroja el análisis ponen de relieve tendencias diametralmente opuestas en cuanto al número de ilustraciones que contiene cada subcorpus y a la distribución de estas según nuestra tipología.

La ilustración que predomina en los textos divulgativos es la Tipo C, que presenta como rasgos característicos la iconicidad, un bajo nivel de abstracción y la ausencia de elementos dinámicos. Estos rasgos además son los más frecuentes en el conjunto de las imágenes que aparecen en los textos divulgativos.

5.5. Comparativa de resultados

Los resultados que acabamos de exponer no son significativos si no se lleva a cabo un análisis de conjunto que permita comparar los datos relativos a cada subcorpus.

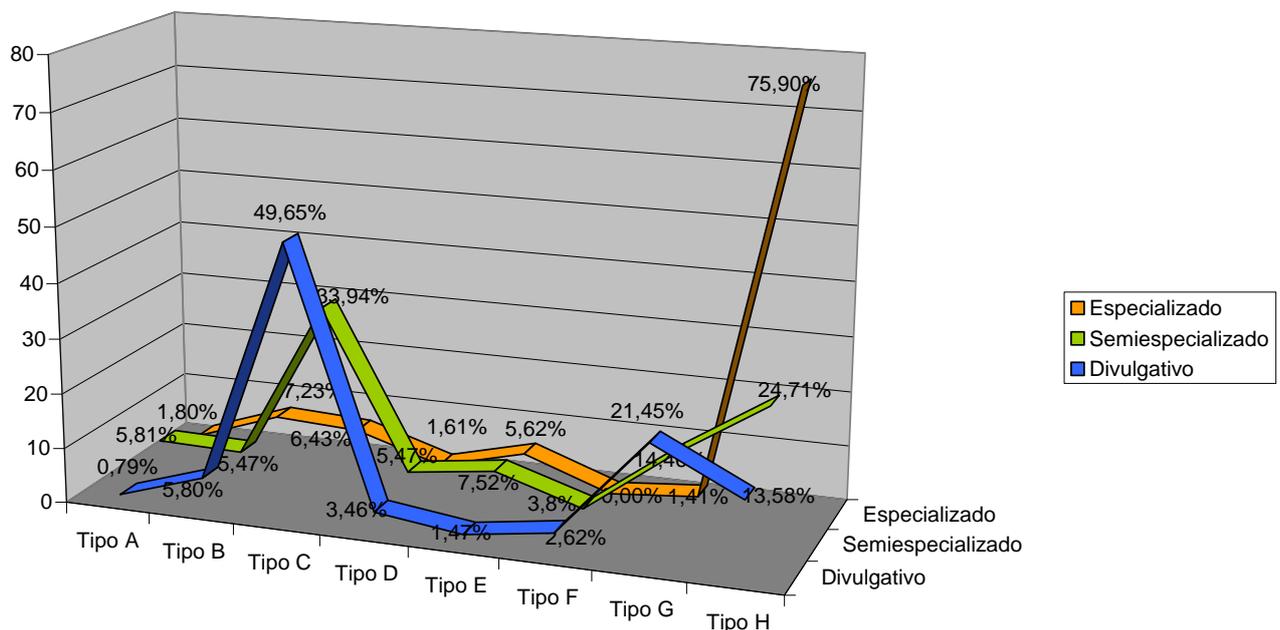


Figura 11. Comparativa de resultados (ilustraciones)

En la Figura 11 se pueden observar los tipos de ilustraciones más frecuentes en los tres subcorpus. Los datos que más llaman la atención son los relativos a las ilustraciones Tipo C y H, que son los prototipos de imagen de los subcorpus divulgativo y especializado respectivamente.

El Tipo C abunda en los textos divulgativos en los que representa el 49,65% del total de ilustraciones. Este porcentaje disminuye gradualmente conforme se eleva el nivel de especialidad de los textos. Así, en los textos semiespecializados el Tipo C supone un 33,94% y baja hasta un 6,43% en los especializados.

Inversamente, el Tipo H es el más frecuente entre los textos de un alto nivel de especialidad con un 75,90%, porcentaje que disminuye al rebajar el nivel de especialización. En el subcorpus semiespecializado este porcentaje se sitúa en 24,71% y en el divulgativo en 13,58%.

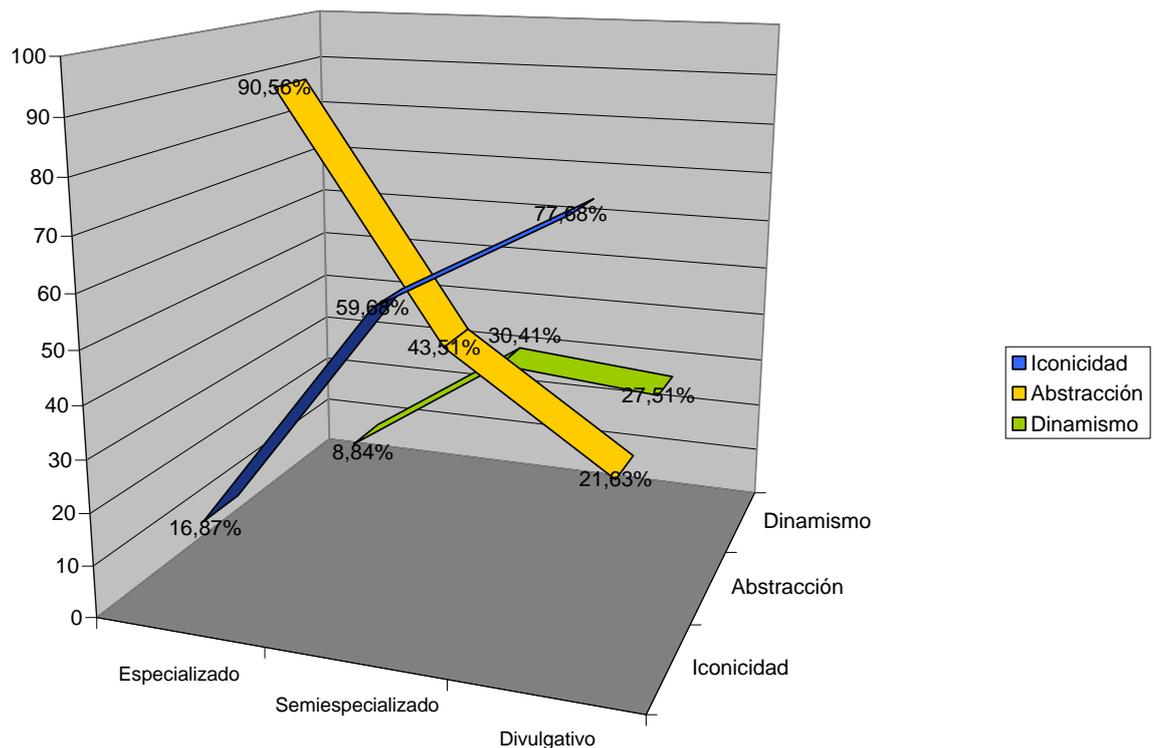


Figura 12. Comparativa de resultados (parámetros)

En lo que respecta a los parámetros de clasificación, la Figura 12 muestra cómo las ilustraciones icónicas se hacen cada vez más frecuentes conforme disminuye el nivel de especialización, tal y como puede deducirse de los siguientes porcentajes: 16,87% en textos especializados, 59,68% en textos semiespecializados y 77,68% en textos

divulgativos. Por el contrario, las ilustraciones abstractas son más frecuentes en textos especializados, donde suponen un 90,56%, que en textos semiespecializados, con 43,51%, o divulgativos, con 21,63%.

A diferencia de lo anterior, el dinamismo no muestra una tendencia tan evidente. Las imágenes dinámicas solo suponen un 8,84% en el subcorpus especializado. Sin embargo, en el subcorpus semiespecializado el número de ilustraciones dinámicas sube hasta un 30,41% y hasta un 27,51% en el subcorpus divulgativo.

La Tabla 33 recoge una sinopsis de los resultados¹⁰ obtenidos en el análisis de corpus que hemos desglosado en las figuras anteriores y que pasaremos a interpretar en § 6.

Tabla 33. Cuadro resumen de resultados

Ilustraciones	Subcorpus especializado		Subcorpus semiespecializado		Subcorpus divulgativo		Corpus (general)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
	498	19,66	878	34,68	1156	45,66	2532	100
Tipo A (ico-ab-din)	9	1,80	51	5,81	9	0,79	69	2,73
Tipo B (ico-ab-ndin)	36	7,23	48	5,47	67	5,80	151	5,96
Tipo C (ico-nab-ndin)	32	6,43	298	33,94	574	49,65	904	35,70
Tipo D (nico-nab-ndin)	8	1,61	48	5,47	40	3,46	96	3,79
Tipo E (nico-ab-din)	28	5,62	66	7,52	17	1,47	111	4,38
Tipo F (nico-nab-din)	0	0,00	23	2,62	44	3,80	67	2,66
Tipo G (ico-nab-din)	7	1,41	127	14,46	248	21,45	382	15,08
Tipo H (nico-ab-ndin)	378	75,90	217	24,71	157	13,58	752	29,70
 Icónica	84	16,87	524	59,68	898	77,68	1506	59,48
 No icónica	414	83,13	354	40,32	258	22,32	1026	40,52
 Abstracta	451	90,56	382	43,51	250	21,63	1083	42,77
 No abstracta	47	9,44	496	56,49	906	78,37	1449	57,23
 Dinámica	44	8,84	267	30,41	318	27,51	629	24,84
 No dinámica	454	91,16	611	69,59	838	72,49	1903	75,16

¹⁰ Los valores máximos aparecen resaltados en negrita y con un sombreado más oscuro.

DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

6.1. Valoración de los resultados

Una investigación de carácter empírico no es una mera recopilación de datos, pues cualquier análisis requiere necesariamente la interpretación de los resultados a la luz de los objetivos del trabajo. En nuestro caso, los resultados arrojan información estadística en forma de porcentajes y proporciones que, por sí solos, son poco significativos para tratar de entender la función de la información gráfica en textos de especialidad, de ahí que se haga necesaria la interpretación de resultados que se presenta en esta discusión.

6.1.1. *Relación entre número de ilustraciones y nivel de especialización*

El corpus general muestra un elevado número de ilustraciones, 2532. Su ratio I/P (imagen/palabra) de 1/410 revela un uso abundante de elementos gráficos en textos especializados, pertenecientes a los dominios de Ingeniería de puertos y costas y Gestión integrada de zonas costeras. Estas cifras muestran que tanto comunicadores como receptores de información especializada están concienciados acerca de los potenciales beneficios de las ilustraciones en procesos de transferencia de conocimiento especializado.

Además, los datos relativos al corpus general parecen indicar que los dominios a que pertenecen los textos son proclives a representar gráficamente conceptos especializados o, por decirlo de otro modo, que un número bastante importante de conceptos pertenecientes a estos dominios son susceptibles de ser representados mediante distintos tipos de información gráfica.

El número de ilustraciones que contiene el corpus no se distribuye de forma equitativa a pesar de que los subcorpus que lo integran –especializado, semiespecializado y divulgativo– tienen un tamaño similar (alrededor de 330 000). Así, el subcorpus especializado es el que incluye un menor número de imágenes, seguido del subcorpus semiespecializado y el subcorpus divulgativo, que es el que presenta más ilustraciones.

En consecuencia, podemos afirmar que la cantidad de información gráfica contenida en un texto es inversamente proporcional al nivel de especialización del mismo. Ello

explica la tendencia a usar un menor número de ilustraciones en situaciones comunicativas de carácter especializado, tendencia que se invierte en textos destinados a receptores legos.

A nuestro entender, la clave de esta tendencia se encuentra en el concepto de *eficacia comunicativa*. De acuerdo con esto, los textos especializados y altamente especializados se producen en situaciones comunicativas donde el grado de conocimiento compartido en la materia es simétrico, es decir, donde el comunicador y el receptor de la información especializada, en calidad de expertos, comparten una serie de conceptos, lo que posibilita la eficaz transmisión de información. De ahí, que los términos sean las unidades básicas de conocimiento especializado suficientes para satisfacer las demandas de eficacia comunicativa en este tipo de situaciones.

Por el contrario, las ilustraciones parecen meros complementos de información, que no facilitan la comunicación por sí solas, sino que son empleadas como un recurso para duplicar la información y favorecer, de este modo, la comprensión de información especializada. En consonancia con la Teoría de la codificación dual y el Principio de contigüidad (Paivio 1971; 1986), los expertos son conscientes de la complejidad de los conceptos que transmiten sus textos, aun si están dirigidos a otros especialistas, de modo que presentar la misma información tanto lingüística como gráficamente refuerza la comprensión de conceptos especializados.

No obstante lo anterior, hay que tener en cuenta otros factores que también influyen en la configuración de una situación comunicativa de carácter especializado; nos referimos al canal de transmisión de la información (concretamente a la fuente de la que procede) y al género textual.

En el caso de los textos del subcorpus especializado, la mayoría de ellos proviene de revistas monoespecializadas encargadas de difundir los avances científicos que se producen en los dominios de especialidad de que se ocupa cada una. El principal canal por el que circula la información de estas revistas es Internet, por lo que la mayoría tiene un soporte electrónico que impone una serie de condicionamientos relacionados con la edición y la posterior difusión de la información especializada.

Algunas de ellas poseen una versión en papel idéntica a la electrónica, por lo que el número de ilustraciones, en este caso, no varía en función del soporte. No ocurre así en

las revistas multiespecializadas de divulgación como *Nature* o *National Geographic*, cuyas versiones electrónicas son más amplias que sus correspondientes en papel y, en consecuencia, incluyen noticias y artículos ilustrados que no aparecen en la versión en papel y que engrosan el número total de imágenes.

Desde el punto de vista técnico, las imágenes aumentan el tamaño electrónico de los textos, ralentizan la visualización de la información en Internet y presentan incompatibilidades debidas a la propia naturaleza de la información gráfica y de los soportes electrónicos. Desde el punto de vista de la edición, las ilustraciones deben ajustarse a una serie de requisitos (*Guidelines* o *Instructions for Authors*) en lo que respecta a su formato, tamaño, resolución, colores, leyendas, etc. que, a menudo, son un engorro y dificultan la tarea del ilustrador científico.

Así, la revista *Coastal Engineering* exige a los autores que las ilustraciones de sus artículos se presenten en formato TIFF, EPS o PDF, que el tamaño no sea superior al de una página, que utilicen nomenclaturas convencionales, que estén numeradas, que estén acompañadas de pies de foto, etc. *Coastal Management*, por su parte, exige que las imágenes no estén incrustadas en el texto, sino que se presenten de forma separada y con una calidad de reproducción elevada (300 ppp o superior).

Por lo general, en estas revistas predominan los artículos originales de investigación, con una organización de la información determinada. Por ejemplo, la revista *Ocean & Coastal Management* incluye artículos de investigación científica que presentan la superestructura estándar IMRAD (*Introduction, Methods, Results And Discussion*) de la que hablábamos con anterioridad, si bien otras revistas introducen otras secciones retóricas como *Settings, Description, Instruments* (también llamado *Experimental apparatus*) o *Procedures*, algunas de las cuales pueden ser opcionales como la de *Acknowledgements*.

La representación de información cuantitativa (datos matemáticos, físicos, químicos, estadísticos, etc.) cobra una importancia considerable en estos artículos en tanto que constituyen la evidencia empírica que sustenta la investigación. Dada la complejidad de este tipo de información, abundan tablas e ilustraciones que requieren una comprensión cuantitativa, como veremos un poco más adelante. Todos estos condicionamientos parecen contribuir a la menor presencia de imágenes en textos especializados.

Los textos semiespecializados, por su parte, suponen un capítulo importante dentro del tema de los grados de especialidad del discurso. Puesto que se suelen concebir los niveles de especialización a modo de *continuum*, se plantea la difícil tarea de delimitar qué es especializado y qué no y qué hay a medio camino. Ante esta dificultad, podríamos pensar que efectivamente no existe el nivel semiespecializado; sin embargo, en la práctica es fácil encontrar textos que no podemos clasificar como especializados ni como divulgativos.

Ya hemos dicho que tratar de formular una definición operativa no es fácil, aunque parece claro que estamos ante un nivel textual intermedio que, acercándose a una situación comunicativa de divulgación, conserva aún rasgos propios de los textos especializados. En este sentido, podemos decir que las ilustraciones no son recursos exclusivos de ninguno de los tres niveles de especialización.

La tendencia creciente al uso de ilustraciones conforme disminuye el nivel de especialización confirma el carácter intermedio de los textos semiespecializados, que con 878 imágenes, contienen más ilustraciones que el subcorpus especializado (498) pero menos que el divulgativo (1156).

Esto se explica de nuevo atendiendo a cuestiones técnicas y pragmáticas. En primer lugar, los textos semiespecializados no se encuentran condicionados por las imposiciones de un género textual como las de los artículos originales de investigación o los artículos experimentales ni están encorsetados por las normas de edición y publicación de las revistas especializadas.

Un texto sobre los accidentes del relieve costero no necesariamente ha de ser experimental. De hecho, una de las diferencias de los textos semiespecializados con respecto a los especializados es la aparición de una función textual subsidiaria de carácter didáctico. A diferencia de estos últimos, los textos semiespecializados no tratan de presentar ninguna investigación novedosa, como ocurría con los textos especializados, sino que describen conceptos especializados desde una perspectiva didáctica y, por tanto, organizan la información siguiendo una secuencia narrativa clara.

En este sentido, un texto como al que nos acabamos de referir describe la morfología costera y organiza su contenido en secciones temáticas, más que retóricas, en función de los diferentes tipos de accidentes y procesos de la costa: *marine limit*, *buried valleys*,

submergence, rocky shores, cliffs, intertidal wave-cut platforms, barrier beaches, baymouth bars, spits, tombolos, dunes, deltas, mud flats y salt marshes. Incluye secciones como *Associated Topics* o *Additional Reading*.

El medio de transmisión de estos textos semiespecializados es Internet, por lo que utilizan las posibilidades de la red para transmitir información especializada de una forma más libre y dinámica. En segundo lugar, la nueva situación comunicativa planteada por las características de los receptores y la función y el tipo textual de los textos pertenecientes a este nivel de especialización sientan un terreno propicio para la aparición de información gráfica, que en el subcorpus semiespecializado se libra de las restricciones formales que impedían su proliferación en textos especializados.

Consecuentemente, la configuración del texto se ve afectada tanto a nivel superestructural, a nivel macroestructural y a nivel microestructural.

En lo que respecta a la superestructura, es decir, a la forma general del discurso, la organización IMRAD propia de los artículos originales de investigación desaparece, lo cual no quiere decir que estos bloques de información no estén también presentes en los textos semiespecializados. Más bien al contrario, se trata de información relevante que presenta otra disposición en el texto, pues el objetivo de un texto semiespecializado es transmitir información especializada haciéndola comprensible a receptores con un grado de conocimiento en la materia menor al de los comunicadores. Por el contrario, uno de los objetivos de los artículos originales de investigación es permitir la replicabilidad de la investigación, de ahí que ofrecer toda la información bien organizada y respetando las fases de desarrollo de la investigación sea especialmente importante.

En lo que se refiere a la macroestructura, esto es, a la disposición coherente de la información en el texto que lo dota de unidad temática, los textos semiespecializados se presentan no como meras reproducciones electrónicas de textos generados originalmente en soporte papel, sino que adoptan la forma de cualquier otro texto electrónico, sirviéndose para ello del potencial comunicativo, la versatilidad y la flexibilidad del lenguaje html y las características técnicas de la red.

Desde el punto de vista de la microestructura o relación entre las unidades mínimas de información del texto, la densidad terminológica de los textos especializados disminuye y da paso a un mayor número de recursos explicativos, tales como

reformulaciones, paráfrasis, aclaraciones, desarrollo de siglas y acrónimos, uso de palabras de la lengua general para referirse a conceptos especializados, etc. Igualmente, aumenta el uso de ilustraciones con respecto al subcorpus especializado para complementar la información lingüística proporcionada por el texto y favorecer la transmisión del conocimiento especializado.

Por su parte, los textos divulgativos son el hábitat idóneo de la información gráfica. La tendencia observada en el subcorpus semiespecializado llega a su clímax en el subcorpus divulgativo que, con 1156 ilustraciones, recoge el 45,66% del total de ilustraciones presentes en el corpus general, lo que supone una ratio I/P de 1/301. La justificación para estas elevadas cifras puede encontrarse en la escasa competencia cognitiva sobre el tema en cuestión de los receptores legos de este tipo de textos.

Los expertos, periodistas científicos o traductores que actúan como comunicadores en situaciones de divulgación deben desplegar todo el abanico de recursos explicativos a su alcance con el fin de facilitar el acceso de los legos a los conceptos especializados. La configuración textual se ve simplificada al máximo en todos sus niveles, super-, macro- y microestructural.

La densidad terminológica se reduce considerablemente con el fin de facilitar la comprensión. Es necesario recordar que en los textos de divulgación, además de la informativa, suele aparecer secundariamente la función didáctica, por eso siempre encontraremos términos que pretenden enseñar nuevos conceptos. De forma similar ocurre con las imágenes. Un mismo concepto puede estar representado por diferentes tipos de ilustraciones, pues sus niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo se han de adaptar a la situación comunicativa, como veremos en la Tabla 43 y la Tabla 44.

El formato de los textos de divulgación no se rige por ningún patrón predeterminado y la información se dispone libremente aunque, por lo general, siguiendo una secuencia narrativa guiada por relaciones conectivas de tipo causal, o cronológico, que evidencia el carácter deductivo (a veces inductivo) de los textos divulgativos.

Abundan definiciones de conceptos especializados en las que se hace referencia a relaciones conceptuales como IS_A, MADE_OF, HAS_LOCATION, HAS_FUNCTION o DESCRIPTION_OF, como muestra la Tabla 34.

Tabla 34. Concordancias para las relaciones conceptuales activadas en torno a XBLOC

1	andom structure and high porosity of an Xbloc breakwater, an artificial reef i
2	r layer from erosion due to waves. <XBLOC PLACEMENT> <IMGC-ico-nab-ndin> Pl
3	MENT> <IMGC-ico-nab-ndin> Placement of Xbloc units at Port Oriel In contrast w
4	NITS> <IMGC-ico-nab-ndin> Interlocking Xbloc units at Port Oriel Due to the ra
5	arch <XBLOC> <IMGC-ico-nab-ndin> The Xbloc interlocking concrete blockAn Xblo
6	he direct impact of incoming waves. The Xbloc model has been designed and deve
7	ater slope. Because of the shape of the Xbloc, each of the 6 sides of the unit
8	other interlocking concrete blocks, the Xbloc unit does not have very stringen
9	acement and Interlocking Mechanism The Xbloc armour unit derives its hydraulic
10	porous armour layer constructed with Xbloc units, the energy of the incoming
11	ur units. <POURING OF CONCRETE IN THE XBLOC> <IMGB-ico-ab-ndin> Pouring of co
12	co-ab-ndin> Pouring of concrete in the Xbloc formwork Due to the shape of the
13	y a rock toe. [edit] Construction The Xbloc consists of non-reinforced concret
14	ifferent steel plates. Since a single Xbloc unit can weigh up to 45 tons, the
15	The Xbloc interlocking concrete blockAn Xbloc is an interlocking concrete block
16	Xbloc formwork Due to the shape of the Xbloc unit, a relatively simple formwork
17	rmour units on a slope. <INTERLOCKING XBLOC UNITS> <IMGC-ico-nab-ndin> Interl
18	incoming waves will be absorbed. The Xbloc armour layer is therefore able to

La información conceptual extraída de las anteriores líneas de concordancia nos permite elaborar una definición como la que sigue:

an Xbloc is an [IS_A] interlocking unit made of [MADE_OF] non-reinforced concrete designed for breakwaters and other defense structures at ports [HAS_LOCATION] to [HAS_FUNCTION] absorbe the direct impact of incoming waves and protect them from erosion. With a high porosity [HAS_DESCRIPTION], it may have a random structure [HAS_DESCRIPTION], although the most common pattern has six sides [HAS_DESCRIPTION], and weighs up to 45 tons [HAS_DESCRIPTION].

Para definir y describir conceptos nuevos se utilizan realidades conocidas a modo de *tertium comparationis*. Así, la línea de concordancia 1 compara un *Xbloc breakwater* con un *artificial reef*, es decir, el emisor ha intentado que el receptor lego comprenda qué es un rompeolas de *Xblocs* comparándolo con algo posiblemente más conocido como es un arrecife artificial.

Al mismo tiempo, recurren al uso de sinónimos de términos especializados pertenecientes a la lengua general y a la ejemplificación mediante el uso de anécdotas, como en el siguiente fragmento:

“If you have ever been **seasick** (we hope not), then you know how the ocean is never still. You might think that the water in the oceans moves around because of waves, which are driven by winds. But, actually, there are currents and **rivers** in the oceans that move massive amounts of water around the world. These movements have a great deal of influence on the water cycle”.

El ejemplo anterior quiere transmitir la idea de corriente marina a través de una experiencia muy frecuente como los mareos durante una travesía en barco y hace sinónimas unidades léxicas especializadas y unidades léxicas de la lengua general; en este caso, *current* y *river*.

Como puede apreciarse en la tabla anterior, las imágenes, en tanto que recursos explicativos, también intervienen en la activación de las relaciones conceptuales más relevantes para ubicar el concepto en la jerarquía correspondiente y facilitar su comprensión, pues proporcionan información conceptual que vincula la información gráfica y textual de un documento (véase el apartado § 2.4.4.1.3). La información gráfica prolifera en estos textos gracias a las características de los medios de difusión de este tipo de textos, fundamentalmente Internet y revistas multiespecializadas de prestigio.

6.1.2. Relación entre parámetros de clasificación y nivel de especialización

Todas las características que acabamos de comentar se reflejan también en los porcentajes de prevalencia de los niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo presentes en los textos del corpus general.

En el conjunto del corpus, un 59,48% de las ilustraciones presentan un carácter icónico, esto es, su grado de semejanza con el concepto representado es elevado. Este predominio de imágenes icónicas se debe a que tanto en los textos divulgativos como en los textos semiespecializados (que juntos suponen 2/3 del corpus general), gran parte de los conceptos designen entidades que representan objetos materiales del mundo real. En consecuencia, las imágenes utilizadas para representar este tipo de conceptos deben mostrar una serie de características que las acerquen, por semejanza, más al objeto que al concepto. Del mismo modo, estos textos demandan el uso de ilustraciones de comprensión cualitativa, es decir, de imágenes que representan objetos fácilmente reconocibles por los receptores.

Casi la mitad de las ilustraciones icónicas, un 40,52%, se encuentra fundamentalmente en el subcorpus divulgativo. Ni que decir tiene que al trabajar con un corpus de los dominios de especialidad de Ingeniería de puertos y costas y Gestión integrada de zonas costeras, vamos a encontrar necesariamente conceptos complejos y no tan fácilmente reconocibles. Como veremos un poco más adelante al interpretar las listas de palabras, este tipo de conceptos requieren para ser transmitidos eficazmente ilustraciones no icónicas, pues estas se encuentran más cercanas al concepto que al objeto y requieren una comprensión cuantitativa. Esta característica las hace idóneas

para la representación de datos numéricos y relaciones entre magnitudes, que abundan en textos de especialidad.

El nivel de iconicidad, por tanto, determina las imágenes objetuales y conceptuales presentes en un texto, es decir, las ilustraciones cuya apariencia formal las hace estar más cercanas a la entidad concreta y material que representan o a la noción abstracta inmaterial sin correspondencia en el mundo real a la que aluden.

La abstracción, que mide el esfuerzo cognitivo necesario para categorizar los conceptos representados gráficamente, muestra unos porcentajes similares a la iconicidad, aunque invertidos, un 42,77% de ilustraciones abstractas frente a un 57,23% de ilustraciones no abstractas. Estas cifras ponen de manifiesto que en el corpus concurren tanto ilustraciones difíciles como fáciles de comprender para los legos. Probablemente, aquellos conceptos más complejos requieran ilustraciones abstractas para transferir su contenido semántico a los expertos, mientras que aquellos conceptos más sencillos seguramente requieran una imagen no abstracta comprensible para los legos receptores de textos de divulgación.

No obstante, y puesto que este criterio se mide desde la óptica de un receptor lego, habrá que prestar atención al número de ilustraciones abstractas y no abstractas en cada subcorpus para tratar de evaluar si la prevalencia de este parámetro está en consonancia con las demandas comunicativas que los receptores plantean en cada situación. Serán las listas de palabras las que revelen la relación entre los tipos de conceptos más frecuentes en cada subcorpus y los distintos niveles de abstracción.

El dinamismo, a diferencia de los parámetros anteriores, no muestra una relación tan clara con el nivel de especialización del texto, si bien se trata de una característica importante en la comunicación científica. En cuanto al número de imágenes dinámicas y no dinámicas presente en el corpus, la tendencia mayoritaria es al empleo de ilustraciones no dinámicas, dado que tres cuartas partes de las imágenes del corpus presentan un carácter no dinámico.

Este predominio de imágenes no dinámicas puede deberse a dos razones. Por una parte, el formato de algunos textos impide incluir movimiento explícito en las imágenes; así, los textos especializados que son reproducciones electrónicas de la edición en papel de revistas especializadas, no suelen presentar ilustraciones dinámicas. Por otra parte, a

pesar de la abundancia en este dominio de la ciencia de conceptos de naturaleza procesual (p. ej. HYDROLOGIC CYCLE, RUNOFF, WAVE LIFE CYCLE, COMPACTION, LANDFORM DEVELOPMENT, BEACH NOURISHMENT, etc.), muchas ilustraciones representan información numérica alusiva a conceptos estáticos procedentes de las matemáticas, la estadística, la física o la química (p. ej. STATISTICS, NUMERICAL, EQUATION, NOMOGRAM, FORMULA, MODEL, etc.) Parece más bien que el uso de imágenes dinámicas está más en consonancia con la propia naturaleza del concepto que con el nivel de especialización del texto.

6.1.3. Relación entre tipos de ilustración y nivel de especialización

Analizada la distribución de ilustraciones en el corpus general y las características de la información gráfica que más se activan, es preciso estudiar los tipos de ilustraciones que aparecen con mayor frecuencia.

6.1.3.1. Corpus general

Las imágenes que presentan los porcentajes más significativos son el Tipo C (35,70%), el Tipo H (29,70%) y el Tipo G (15,08%), que, a su vez, parecen los más destacados para constituirse en puntos de referencia de un posible *continuum* de ilustraciones. Como vemos el Tipo C es el más representativo del corpus, no solo por ser la imagen más frecuente sino porque recoge también las características que predominan en el conjunto de las ilustraciones del corpus, pues es icónica, no abstracta y no dinámica. El segundo tipo más frecuente es el Tipo H, no icónico, abstracto y no dinámico. Entre los dos tipos anteriores solo existe una diferencia de 6 puntos y juntos suman más del 65% de las imágenes presentes en el corpus.

El Tipo C, como imagen prototípica del corpus general, supone el punto de partida y la referencia a partir de la cual contrastar los datos y establecer comparaciones o paralelismos que arrojen información acerca del uso de la información gráfica en textos científico-técnicos.

Podemos afirmar, por consiguiente, que el uso de información gráfica en textos de especialidad está bastante polarizado, pues en lo que respecta a la iconicidad y a la abstracción, el Tipo C y el Tipo H, son tipos opuestos. Dejamos el dinamismo al margen de esta comparación, ya que, al no mostrar una tendencia clara de uso, no

permite comparar resultados. Estos datos indican que la mayoría de las ilustraciones que aparecen en textos de especialidad pertenecen bien al Tipo C, bien al Tipo H. El ejemplo de líneas de concordancia que muestra la Tabla 35 pone de manifiesto la correlación existente entre algunos tipos de imágenes y determinados conceptos del corpus general.

Tabla 35. Concordancias sobre la relación entre tipos de imagen y conceptos pertinentes del corpus general

1	200Z 22-May	<HEIGHT; VORTICITY>	<IMGA-ico-ab-din>	24 hours later,
2	er (Fig. 15.30):	<TYPES OF ESTUARIES>	<IMGA-ico-ab-din>	Salt wedge estuary.
3	iewed from 1000 feet.	<OIL WINDROWS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 6 (right): Wi
4	wed from 1000 feet	<BROKEN SLICKS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 5 (left): Ver
5	ite.	<HORNBLLENDE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
6	Albite.	<BIOTITE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
7	blende.	<OLIVINE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
8	ine.	<ORTHOCLASE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
9	hoclase.	<QUARTZ>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
10	Silver.	<COPPER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
11	opper.	<GRAPHITE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
12	Pyrite.	<GALENA>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
13		<HEMATITE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
14	lcite.	<DOLOMITE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
15	0 kilometers.	<MARGINAL FEATURES>	<IMGC-ico-nab-ndin>	
16	500 feet (~150 m).	<CORAL CLUMPS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 14 (left): Cl
17	July 1916.	<FLOODWATERS; ROCK RIVER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Rock River floodwate
18	1974).	<SUBGLACIAL VOLCANIC CALDERA>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.14. O
19	e (Péwé, 1975).	<ICE-WEDGED POLYGONS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.23. O
20	ng (1975a).	<GLACIALLY ERODED MASSIF>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.19. P
21	SOIL; LIQUEFACTION/COMPACTION PROCESS	<IMGE-nico-ab-din>		Fig. 3. "Snap shot" o
22	Earth 0 0 Equator	<TIDAL BULGES>	<IMGF-nico-nab-din>	Figure T6.1.25: View
23	t, 1985; Fig. 1-28.)	<RIP CURRENT>	<IMGF-nico-nab-din>	Figure 1-14. Illustr
24	ber 18, 2006	<SOLAR DISTRIBUTION>	<IMGF-nico-nab-din>	Figure 1: As illustr
25		<ELLIPTICAL ORBIT>	<IMGG-ico-nab-din>	The
26	.	<WORLD CURRENTS>	<IMGG-ico-nab-din>	F
27	e than 100 metres.	<GLOBAL CURRENTS>	<IMGG-ico-nab-din>	(Joseph L Reid in Oce
28	Figure 10ae-5.	<GLACIER ADVANCE>	<IMGG-ico-nab-din>	
29	gure 10q-1).	<LANDFORM DEVELOPMENT>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure
30	: May 19, 2007	<HYDROLOGIC CYCLE>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure 1: Hydrologic
31	1981a).	<BULKHEAD; FLANK PROTECTION>	<IMGG-ico-nab-din>	Photograph 1
32	500 0	<GROUNDWATER HEAD PROFILES>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 7. Groundwater
33	10 3.0 5 1.5 0 0	<TIDAL CURVES>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure T6.1.4a: Typi
34	.1 0.1 0.2	<NET SEDIMENTATION>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 7. Relation o
35	Tunnel Slopes of 1 to 7	<TRENCH>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 5 Trenches for
36	-1)	<SEDIMENT TRANSPORT DIRECTION>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 5. Positive dir
37	January 1, 1994	<MODELED SALINITY>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure 6. The model
38	n in Table 1-1.	<GRAIN-SIZE SCALE>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure 1-18. Grain-s
39	1.01639056 1.01639055	<FREQUENCY W>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 3. Frequency
40		<BOTTOM BATHYMETRY>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 7. (a) Bottom b
41	st 10 years.	<OZONE CONCENTRATIONS>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Photo courtesy
42	1/17	<UNCORRECTED REYNOLDS STRESS>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 8 The error in
43	i (13)	<SURFACE ELEVATION>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 8. Maximum surf
44	2001 161-182	<LONG WAVE EQUATION>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 12. Singulariti
45	61-182 wall	<WAVE SETUP/SETDOWN>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 4. Wave setups
46	2001 161-182	<WAVE SETUP; SEAWALL>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 11. . Ž . Ž Ž .
47	ince 1850	<MOUNTAIN GLACIER CHANGES>	<IMGH-nico-ab-ndin>	A map of the change
48	Ayling, 1975.	<WAVE EXPOSURE ZONING>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Wave exposure
49	976).	<SATURATION EQUILIBRIUM CURVES>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure 7.2. Sa
50	1, 1980	<MODEL VALIDATION RESULTS>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure 8. Model val

Así, el Tipo C se suele emplear para representar gráficamente conceptos que aluden a objetos concretos y materiales, presentándolos mediante ilustraciones icónicas fácilmente reconocibles por los receptores. Requieren un tipo de comprensión cualitativa, propia de textos de bajo nivel de especialización. Este es el caso de conceptos como QUARTZ, COPPER o GRAPHITE, que evocan diferentes tipos de rocas y minerales, o del concepto BROKEN SLICK, que hace alusión a las manchas dispersas de chapapote.

El Tipo H, por el contrario, hace referencia a conceptos inmateriales o abstractos y relaciones entre conceptos y requiere un tipo de comprensión cuantitativa, más propia de textos de alto nivel de especialización. No obstante, deberemos corroborar estas deducciones iniciales cotejando los datos procedentes del subcorpus especializado y divulgativo. Sirvan como ejemplos conceptos como GROUNDWATER HEAD PROFILE, TIDAL CURVE, OZONE CONCENTRATIONS, etc., que evocan magnitudes y medidas y relacionan dos o más elementos (así, para medir la concentración de ozono es necesario cuantificar el número de partículas de ozono por metro cúbico de aire).

Estos datos nos llevan a creer que, para un lego, comprender este tipo de conceptos complejos a través de ilustraciones conlleva mayor dificultad, requiere más tiempo y precisa mayor esfuerzo cognitivo, de ahí que pensemos que se trata de ilustraciones más utilizadas en situaciones comunicativas especializadas.

El Tipo G se opone al Tipo C por su carácter dinámico. En este sentido, los conceptos especializados pueden representarse principalmente mediante estos dos tipos de imágenes en función de si representan procesos o las etapas cronológicas que constituyen un proceso y de la importancia de esta naturaleza procesual con respecto a la esencia misma del concepto.

En las concordancias encontramos casos como el de ELLIPTICAL ORBIT, WORLD/GLOBAL CURRENT o GLACIAR ADVANCE, conceptos todos ellos que implican movimiento y que requieren la presencia de elementos dinámicos en su representación gráfica. De este modo, la órbita elíptica de la Tierra se representa como una línea imaginaria que marca la trayectoria de nuestro planeta en su movimiento de traslación alrededor del Sol; el sistema global de corrientes marinas implica un movimiento de

agua cálida y fría que contribuye a mantener el equilibrio en los océanos y el avance de un glaciar se refiere al flujo de los frentes glaciares de las masas de hielo terrestres.

Con esto, podemos extraer la siguiente conclusión: las imágenes que representan conceptos especializados pertenecen fundamentalmente a tres tipos: las que representan objetos materiales, que suelen adoptar las características propias del Tipo C; las que representan conceptos inmateriales, que pertenecen al Tipo H, y las que representan conceptos que designan procesos, generalmente el Tipo G. Parece que el aspecto que determina la pertenencia a uno de los dos primeros tipos viene determinada por el nivel de especialización del texto, mientras que lo que determina la pertenencia al Tipo G es el carácter procesual de los conceptos especializados.

Los demás tipos de ilustraciones presentan porcentajes menos significativos, lo que es indicativo de que determinadas combinaciones de iconicidad, abstracción y dinamismo son mucho menos frecuentes que otras. En otras palabras, estos parámetros son realmente significativos cuando se combinan de forma que permitan transmitir la información especializada eficazmente, lo que supone describir adecuadamente el contenido semántico de cara a su transmisión en una situación comunicativa concreta. De ahí que existan unos tipos de ilustraciones más frecuentes que otros.

Los tipos de conceptos que acabamos de mencionar salen a relucir en las listas de palabras y las líneas de concordancia confeccionadas a partir del corpus general. Como se apreciaba en la Tabla 29, los diez primeros puestos de la lista lematizada están ocupados por los conceptos WATER, WAVE, COAST, TIDE, OCEAN, SURFACE, CURRENT, AREA, WIND y SEA, que aluden en su mayoría a entidades materiales y dan cuenta de realidades y fenómenos perceptibles por los sentidos.

Por el contrario, conforme descendemos en la lista vamos encontrando términos que están cada vez más cercanos al concepto que al objeto; es el caso de HEIGHT, MODEL, LEVEL, USE, CHANGE, ENERGY, DEPTH o TIME. Estos últimos evocan conceptos complejos y más abstractos como magnitudes cuantificables no fácilmente representables gráficamente. Por ejemplo, para representar el concepto de ALTURA se ha de recurrir necesariamente a un objeto *alto*. Esto es así, a menos que se utilicen ilustraciones en forma de gráficos o diagramas que permitan poner en relación dos o más conceptos.

Finalmente, muchos de los términos que aparecen en la lista sugieren dinamismo en tanto en cuanto pueden ser conceptualizados como procesos. Así encontramos WAVE, TIDE y CURRENT, que pueden incluirse bajo la categoría de *movimiento oscilatorio*, BEACH, que es el resultado de un proceso de sedimentación, o SAND, que es el material resultante de un proceso de erosión. Otros, sin embargo, aluden a conceptos aparentemente estáticos como SOIL, ZONE, LAND, OIL, ICE, etc. Pese a lo anterior, todos ellos se pueden integrar en una organización integrada, flexible y dinámica como el subevento del movimiento oscilatorio o el evento general de Ingeniería de puertos y costas (CEE).

El CEE es, en sí mismo, una representación gráfica dinámica, pues la terminografía también se sirve de las representaciones no lingüísticas, en este caso, para organizar los conceptos pertinentes del dominio de Ingeniería de puertos y costas. El hecho de que una representación adquiera una configuración dinámica no significa que sea exclusiva de los conceptos que denotan movimiento, sino que, gracias a su estructura modular, permite integrar conceptos estáticos. Para ello solo hay que entender el carácter cambiante de campos del saber científico y técnico relativamente recientes como la Gestión integrada de zonas costeras, en el que todos los conceptos, dinámicos y no dinámicos, forman parte de un macroproceso que determina los cambios que experimenta la costa en el espacio y en el tiempo.

Los pies de foto que podemos observar en las concordancias proporcionan información que ayuda a ubicar la imagen en el texto mediante la numeración (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3) y a identificarla mediante indicaciones espaciales (*right* o *left*; *a* o *b*). Por lo general, los textos científico-técnicos de nuestro corpus se refieren a los distintos tipos de información gráfica con sustantivos como: *figure* (*fig.* en su forma abreviada), *illustration*, *snapshot*, *photograph* (*photo* en su forma abreviada) o *view*.

6.1.3.2. Subcorpus especializado

El subcorpus especializado es el que reúne imágenes en menor proporción pues contiene un 19,66% del total. Como ya hemos explicado, esta menor presencia de imágenes en textos especializados parece responder a cuestiones técnicas relativas al formato y al medio por el que se transmiten estas ilustraciones y a las condiciones pragmáticas de la situación comunicativa en lo que respecta a la competencia cognitiva de los

interlocutores. La ratio I/P de 1/653 sugiere una densidad gráfica escasa de los textos especializados, es decir, que la proporción entre texto e imagen es pequeña, lo que da lugar a dos clases de ilustraciones. Por una parte, se utilizan imágenes más complejas que hacen referencia a pasajes de texto más extensos y, por otra, imágenes imprescindibles para la comprensión de determinados conceptos claves del texto, evitándose la representación gráfica de conceptos secundarios.

En consecuencia, los textos especializados tratan de reducir al máximo el uso de información gráfica, reservando este tipo de representación para complementar determinados conceptos imprescindibles para la comprensión global del texto. Reconocer qué conceptos pueden ser prescindibles y cuáles no es una tarea complicada; deberemos remitirnos a la situación comunicativa para conocer la función de la ilustración y la intención del emisor, de forma que los comunicadores especializados sepan qué conceptos merecen una imagen y de qué tipo. Prescinde, por tanto, de ilustraciones decorativas o persuasivas, que muestran poca relación con el texto, dado que el ideal de todo texto científico-técnico es la objetividad y la comunicación veraz y desambiguada de los conceptos especializados. En este sentido, predominan las ilustraciones con funciones como *interpretar*, *contrastar* y *modelar procesos físicos y cognitivos*, que trascienden de la relación de la imagen con el texto.

De los ocho tipos de ilustraciones que integran nuestra clasificación, el Tipo H destaca sobre todos los demás con un porcentaje abrumador del 75,90%, lo que supone que tres cuartas partes del total de ilustraciones del subcorpus especializado pertenecen a este tipo.

Así, este tipo de imágenes son las más adecuadas para representar los complejos conceptos que aparecen en los textos altamente especializados. A través de gráficas podemos *interpretar* la relación entre dos magnitudes situadas en los ejes de abscisas y ordenadas o *comparar* resultados mediante diagramas de barras o sectores.

En segundo lugar, encontramos ilustraciones que presentan una relación cercana al texto del que forman parte y que pretenden *reiterar* la información lingüística, *organizar* el contenido semántico del texto, *relacionar* conceptos mediante la comparación y *explicar* conceptos complejos. Normalmente, estas son las funciones de las ilustraciones Tipo B, C y E, que se presentan con porcentajes que oscilan entre el 5%

y el 7%. Por último, aparecen los Tipos A, D, G y F en una proporción prácticamente insignificante.

Las concordancias que se muestran a continuación plasman la relación existente entre imágenes del subcorpus especializado que representan conceptos pertinentes y el tipo de ilustración seleccionado para tal representación gráfica.

Tabla 36. Concordancias sobre la relación entre tipos de imagen y conceptos pertinentes del subcorpus especializado

1	<MESOSCALE CONVECTIVE SYSTEMS>	<IMGA-ico-ab-din>	Fig. 1. Conceptual
2	RY/FEBRUARY 2007 / 21	<SCOUR HOLE>	<IMGA-ico-ab-din> Fig. 9. Schematic pict
3	51 (2004) 373-386	<SEICHE EVENT>	<IMGB-ico-ab-ndin> Fig. 5. Satellite i
4	s 42 (2006) 216-238	<SOUNDING SITES>	<IMGB-ico-ab-ndin> Fig. 7. Sounding site
5	000 237-267	<POSITIONS OF MOORINGS>	<IMGB-ico-ab-ndin> Fig. 1. Holderness C
6	30 longitude (east)	<BATHYMETRY>	<IMGB-ico-ab-ndin> Fig. 1. Bathymetry a
7	rke, 1992).	<COMPLETED BEACH FILL>	<IMGC-ico-nab-ndin> Fig. 2. (a) Configur
8	52 (2005) 841-866	<VENICE LAGOON>	<IMGC-ico-nab-ndin> Fig. 7. View of th
9	or 24 h.	<OBSERVATION PLATFORMS>	<IMGC-ico-nab-ndin> Fig. 2. Locations
10	(2004) 373-386	<PORT OF ROTTERDAM>	<IMGC-ico-nab-ndin> Fig. 1. The Port o
11	SOIL; LIQUEFACTION/COMPACTION PROCESS>	<IMGE-nico-ab-din>	Fig. 3. "Snap shot" o
12	500 0	<GROUNDWATER HEAD PROFILES>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 7. Groundwater
13	.1 0.1 0.2	<NET SEDIMENTATION>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 7. Relation o
14	-1)	<SEDIMENT TRANSPORT DIRECTION>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 5. Positive dir
15	anuary 1, 1994	<MODELED SALINITY>	<IMGH-nico-ab-ndin> Figure 6. The model
16	1.01639056 1.01639055	<FREQUENCY W>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 3. Frequency
17		<BOTTOM BATHYMETRY>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 7. (a) Bottom b
18	1/17	<UNCORRECTED REYNOLDS STRESS>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 8 The error in
19	; (13)	<SURFACE ELEVATION>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 8. Maximum surf
20	2001 161-182	<LONG WAVE EQUATION>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 12. Singulariti
21	61-182 wall	<WAVE SETUP/SETDOWN>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 4. Wave setuprs
22	2001 161-182	<WAVE SETUP; SEAWALL>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 11. . Ž . Ž Ž .
23	1, 1980	<MODEL VALIDATION RESULTS>	<IMGH-nico-ab-ndin> Figure 8. Model val
24	1, 1994	<MODEL CALIBRATION RESULTS>	<IMGH-nico-ab-ndin> Figure 7. Model cal
25	2000 237-267	<HOLDERNESS COAST>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 15. CASI image
26	2003)	<WAVE, CURRENT PARAMETERS>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 11. A summary o
27		<AMPLIFICATION SPECTRA>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 9. Amplificatio
28	005) 617-631	<TERSCHELLING MODEL>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 2. Computati
29	Oceans 42 (2006) 216-238	<TOTAL OLR>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 5. Total OLR (s
30	ns 42 (2006) 216-238	<ANOMALOUS OLR>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 6. Anomalous OL
31	54 (2007) 377-391	<IDEALIZED DOMAIN>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 3. a) Finite el
32	006) 216-238	<LONGITUDE-TIME DIAGRAM>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 2. Longitude-ti
33	42 (2006) 216-238	<LAG-PRESSURE PLOT>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 9. Lag-pressur
34	006) 216-238	<LONGITUDE-TIME DIAGRAM>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 10. Longitude-t
35	006) 216-238	<LONGITUDE-TIME DIAGRAM>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 3. (a) Longitu
36	06) 216-238	<LONGITUDE-TIME DIAGRAM>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 1. Longitude-ti
37	(2005) 23-38	<STEEP WAVE STATISTIC>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 9. Steep wave s
38	(2005) 23-38	<STEEP WAVE STATISTIC>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 12. (a) Steep w
39	(2005) 23-38	<STEEP WAVE STATISTIC>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 10. (a) Steep w
40	ar. 27, 2003)	<TIDAL VARIABILITY>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 4. The tidal va
41	3	<VERTICAL VELOCITY PROFILES>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 8. Vertical vel
42		<DETACHED NEARSHORE BREAKWATERS>	<IMGH-nico-ab-ndin> Figure VI-2-10. Typ
43	and .=1 /3.	<SYNTHETIC WIND FIELD>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig.6.Synthetic wind
44		<FILTERED SURFACE ELEVATION>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 7. Top pan
45	07) 377-391	<STORM SURGE HYDROGRAPH>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig.9.Storm surge hy
46	07) 377-391	<STORM SURGE HYDROGRAPH>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig.13.Stormsurgehyd
47) 377-391	<STORM SURGE HYDROGRAPH>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig.21.Stormsurgehyd
48	07) 377-391	<STORM SURGE HYDROGRAPH>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig.23.Stormsurgehyd
49		<AVERAGE SEICHE AMPLITUDES>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 8. Scatter plot
50		<SEDIMENT AGE PROFILES>	<IMGH-nico-ab-ndin> Fig. 2. Sediment age

El predominio absoluto del Tipo H revela un uso preferente de elementos gráficos no icónicos, de representaciones abstractas y de carácter no dinámico que evidencian su relación con una mayoría de conceptos complejos poco inteligibles para el público general, aunque sí por los especialistas que se suponen los receptores lógicos de textos de un alto nivel de especialización. En las líneas de concordancia que recoge la Tabla 36, podemos encontrar conceptos como FREQUENCY, LONG WAVE EQUATION o UNCORRECTED REYNOLDS STRESS, que evocan conceptos procedentes de la Física incomprensibles para un receptor lego.

Aunque en una proporción mucho más pequeña, el Tipo B, que se opone al Tipo H por su iconicidad, se alza como el segundo más frecuente. Estas ilustraciones ponen de manifiesto la presencia de conceptos complejos pero susceptibles de ser representados mediante elementos icónicos; es el caso de SEICHE EVENT y SOUNDING SITES, que hacen referencia respectivamente a la oscilación del agua de la superficie de un lago y a las zonas objeto de un estudio mediante sondas.

El Tipo C, que también es icónico, está presente en el subcorpus especializado. Ello implica la existencia en textos especializados de conceptos más simples que aluden a realidades fácilmente reconocibles y que están afectadas por los procesos costeros descritos mediante los conceptos complejos representados por las ilustraciones del Tipo H. Este es el caso de conceptos como LAGOON o BEACH FILL, que aluden, el primero, a una masa de agua tipo laguna (donde se suelen producir los seiches) y el segundo, al material de relleno empleado en la regeneración de playas, p. ej. arena o grava.

El Tipo E, por su parte, es el único ejemplo de dinamismo que aparece en textos especializados con cierta frecuencia, si bien las imágenes que aparecen en estos textos se caracterizan por la ausencia de dinamismo. Así, en las concordancias encontramos el concepto LIQUEFACTION/COMPACTION PROCESS, que se refiere al proceso mediante el cual se hace líquido un gas o un sólido y viceversa.

La escasez en textos especializados de otras imágenes representativas del corpus general, como el Tipo G, también es significativa y viene a corroborar la falta de iconicidad y los elevados niveles de abstracción que muestran las ilustraciones alusivas a conceptos especializados. En este sentido, cabe pensar que, siendo el Tipo G uno de

los más frecuentes en el corpus, este suele aparecer en textos menos especializados para hacer referencia a conceptos más sencillos y concretos, al parecer no demasiado abundantes en textos especializados.

La conjunción de estos tipos de ilustraciones pone de manifiesto una mayoría de imágenes no icónicas, abstractas y no dinámicas, lo que concede un carácter prototípico a las ilustraciones Tipo H.

En lo que respecta al nivel de iconicidad, las imágenes del subcorpus especializado son en su inmensa mayoría no icónicas, lo que sugiere un predominio de conceptos que aluden a nociones abstractas y a objetos inmateriales, poco susceptibles de ser representados mediante elementos gráficos que guarden semejanza con la apariencia formal del objeto. La lista de palabras lematizada que muestra la Tabla 30 revela la abundancia de este tipo de conceptos en los textos especializados: HEIGHT, SCALE, DEPTH, PERIOD, VELOCITY, FREQUENCY, NUMERICAL, STRESS.

Es curiosa la presencia también de conceptos relacionados con el carácter experimental de estos textos, como MODEL, USE, DATA, RESULTS, STUDY, ANALYSIS, que no obstante presentan las mismas características de los anteriores. Es interesante detenerse a analizar estos conceptos, que ponen de relieve la estructura retórica de los textos especializados por medio de sus correspondientes movimientos o secuencias¹¹.

Conceptos como MODEL o STUDY evocan la sección *Introduction* de los artículos experimentales y artículos originales de investigación, que debe recoger con claridad el objetivo de la investigación y las hipótesis de trabajo aunque de forma general y sin demasiada profundidad. Los conceptos USE y ANALYSIS son significativos de la sección *Methods*, donde se incluye la aplicación de los distintos métodos y técnicas de investigación, así como los materiales e instrumentos empleados. Los conceptos que hacen referencia a la sección *Results* son RESULTS y DATA pues en esta secuencia retórica se exponen los datos obtenidos en el estudio a modo de resultados y a falta del

¹¹ Los movimientos o secuencias retóricas, según la nomenclatura, pueden definirse como cada una de las secciones en las que se organiza un género textual y que se caracterizan por compartir una misma orientación comunicativa funcional (Swales 1990; Nwogu 1997; Mendiluce Cabrera 2005: 112).

correspondiente análisis que dé lugar a su interpretación, información contenida generalmente en la sección *Discussion*, evocada en este caso por el concepto ANALYSIS.

La abstracción, al igual que la iconicidad, es un parámetro bastante polarizado en el subcorpus especializado. La mayoría de ilustraciones presenta un elevado nivel de abstracción (90,56%), lo que las hace poco accesibles para receptores con escaso conocimiento en la materia. Esta tendencia es indicativa de una abundancia de conceptos especializados complejos que derivan de unidades conceptuales más simples que destacamos en la lista de palabras lematizada de la Tabla 30, dando lugar a compuestos terminológicos a modo de frasemas y colocaciones como: STEEP WAVE, WAVE SLOPE THRESHOLD, LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT, WATER QUALITY MODEL, AIR WATER JET O BEACH CARRYING CAPACITY.

La Tabla 37 muestra los compuestos terminológicos derivados de tres de los conceptos simples más frecuentes del subcorpus especializado: WAVE, SEDIMENT y WATER. Asimismo, muestra la complejidad conceptual de los textos especializados y el carácter mayoritariamente abstracto de sus conceptos.

Tabla 37. Unidades fraseológicas del subcorpus especializado

Frasemas (Frec.)			
	WAVE	SEDIMENT	TRANSPORT
1	<i>wave slope threshold</i> (92)	longshore <i>sediment</i> transport (39)	water column (47)
2	steep <i>wave</i> statistic (62)	<i>sediment</i> age profiles (20)	air water jet (26)
3	steep <i>wave</i> (60)	<i>sediment</i> transport (21)	water depth (20)
4	significant <i>wave height</i> (54)	<i>sediment</i> delivery (12)	water quality model (20)
5	mean <i>wave</i> (41)	net <i>sediment</i> transport (11)	water surface (18)
6	high <i>wave slope</i> (37)	<i>sediment</i> transport rate (10)	total water depth (16)
7	<i>wave field</i> (37)	total <i>sediment</i> transport (10)	shallow water (14)
8	mean <i>wave direction</i> (35)	current and <i>sediment</i> (9)	total water (13)
9	<i>wave height</i> (33)	reconstructed <i>sediment</i> age (9)	water column (13)
10	significant <i>wave</i> (27)	<i>sediment</i> transport model (9)	water jet method (13)

Como se puede observar, estos conceptos complejos no tienen un referente en la realidad a modo de entidad material sino que muchos de ellos (HEIGHT, DIRECTION, DELIVERY, AGE, DEPTH, etc.) aluden a nociones abstractas cuantificables –aplicables a entidades concretas– que requieren una comprensión cuantitativa basada en el análisis de información matemática, física y estadística, lo que los hace muy representativos del subcorpus especializado.

Este tipo de conceptos complejos condensan una gran cantidad de conocimiento que requiere ser representado mediante términos compuestos que adoptan las formas lingüísticas que acabamos de mencionar. Es este un recurso bastante común en situaciones comunicativas especializadas donde la eficacia comunicativa va de la mano de parámetros como la objetividad y la precisión. Asimismo, el ideal de objetividad y precisión afecta también a la información gráfica. Ello da lugar a ilustraciones abstractas, densas, que concentran mucha información especializada en poco espacio y sin recurrir a demasiados artificios explicativos, lo que garantiza una comunicación eficaz entre expertos.

Las imágenes no dinámicas destacan enormemente por ser las más frecuentes del corpus (91,16%), lo que pone de manifiesto la existencia de:

- a) conceptos de naturaleza no dinámica;
- b) conceptos donde el dinamismo no constituye una característica esencial del concepto pero pueden concebirse como parte integrante de un proceso más amplio;
- c) conceptos donde el dinamismo constituye una característica esencial y evidente de carácter inherente al propio concepto y, por tanto, no requiere una representación explícita y manifiesta mediante información gráfica.

Así, la lista de palabras lematizada (Tabla 30) muestra conceptos como STRUCTURE, SURFACE, FIELD o VERTICAL, cuya naturaleza no sugiere movimiento y no muestra signos de dinamismo; consecuentemente, no precisan de una representación dinámica.

Por otra parte, aparecen también conceptos (que son la mayoría) como COAST, BEACH, SEDIMENT o WIND, que sin ser dinámicos en sí mismos pueden enmarcarse en un proceso general, donde adquieren un rol funcional concreto. Por ejemplo, la erosión es un proceso de sustracción provocado, entre otros fenómenos meteorológicos, por el viento (WIND = agente natural) que afecta a la costa (COAST = paciente) generando sedimentos (SEDIMENT = producto) que se depositan en determinadas zonas, lo que contribuye a la formación de playas (BEACH = resultado). De este modo, es patente que todos los conceptos pertinentes de un dominio de especialidad pueden organizarse en estructuras modulares como el CEE, con independencia de las características esenciales de cada uno de ellos.

Este tipo de información procesual implícita que los conceptos especializados llevan aparejada no se hace explícita en situaciones comunicativas entre expertos que comparten un grado de conocimiento similar.

Finalmente, es posible encontrar otro tipo de conceptos, aquellos que siendo dinámicos por naturaleza no requieren hacer manifiesto su carácter dinámico en situaciones comunicativas intraprofesionales, puesto que este es evidente para aquellos receptores con un mínimo de conocimiento en la materia. Este es el caso de conceptos como WAVE, CURRENT, TIME, SEA, TRANSPORT o VELOCITY.

La escasez de ilustraciones dinámicas no quiere decir que el dinamismo no sea un criterio significativo a la hora de caracterizar los distintos tipos de información gráfica empleados en textos de diferente nivel de especialización. Como acabamos de ver, la ausencia de dinamismo en las ilustraciones del subcorpus especializado, ha permitido identificar tres tipos de conceptos que optan por una representación gráfica no dinámica aun presentando distintos grados de dinamismo. Esto solo puede entenderse desde la perspectiva de la gestión terminológica orientada al proceso que describimos al comienzo de este trabajo.

Los pies de foto proporcionan dos tipos de información relevante para caracterizar las imágenes. En primer lugar, información conceptual relevante que describe el concepto especializado representado gráficamente y que, en nuestro caso, ha sido crucial para la creación de las etiquetas conceptuales empleadas en el estudio de corpus. En segundo lugar, información acerca de la morfología que presentan los distintos métodos de visualización (*scatterplot*, *schematic picture* o *conceptual diagram*), lo que ayuda a caracterizar las ilustraciones y sus correspondientes niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo.

En definitiva, los datos relativos al subcorpus especializado nos llevan a pensar lo siguiente:

- a) En situaciones comunicativas especializadas existen diversos condicionamientos que constriñen el uso de información gráfica para representar conceptos especializados.

- b) Estos condicionamientos pueden ser técnicos, como las restricciones del medio de transmisión de la información, o pragmáticos, como el nivel de competencia cognitiva de los interlocutores.
- c) La transmisión de información especializada mediante ilustraciones responde, por una parte, a estos condicionamientos y, por otra, a la propia naturaleza de los conceptos representados.
- d) La conjunción de todos estos factores determina el grado de activación de iconicidad, abstracción y dinamismo y da lugar a un tipo de ilustración prototípica caracterizada por ser una representación conceptual que requiere a los especialistas poco esfuerzo para el reconocimiento del concepto representado y que, por lo general, no es dinámica.
- e) El esfuerzo cognitivo viene determinado, en parte, por la configuración formal de la ilustración y, en parte, por la función que posee en el texto. En el caso de los textos especializados, las funciones más frecuentes son interpretar (p. ej. datos numéricos), contrastar (los resultados de diversos experimentos) o describir un proceso físico (mediante la creación de modelos), lo que aumenta la eficacia de la comunicación entre expertos.

6.1.3.3. Subcorpus semiespecializado

El subcorpus semiespecializado constituye el punto intermedio entre los dos extremos del *continuum* de especialidad ya que incluye el 34,68% de las ilustraciones de todo el corpus. Además, esta proporción es prácticamente equidistante de la mostrada por el subcorpus especializado (19,66%) y el subcorpus divulgativo (45,66%), lo que refuerza ese carácter intermedio y será de gran ayuda a la hora de analizar los tipos de ilustraciones según el nivel de especialización de los textos científico-técnicos.

La ratio I/P de 1/451 pone de manifiesto una mayor densidad gráfica en textos semiespecializados con respecto a los textos especializados y se aproxima notablemente a la ratio I/P media del corpus general establecida en 1/410. Por consiguiente, puede decirse que, en el corpus semiespecializado, cada 410 palabras aparece un concepto susceptible de ser representado gráficamente.

Si presumimos que la densidad terminológica de los textos semiespecializados es menor que en los textos con un nivel de especialización más elevado, y hemos observado que la densidad gráfica, en cambio, se incrementa al disminuir la especialización, podemos deducir que, con respecto a los textos especializados:

- a) las condiciones pragmáticas propias del nivel semiespecializado sugieren la mayor presencia de suplementos de información que compensen la menor competencia cognitiva de los receptores;
- b) existen más conceptos que requieren un complemento gráfico para que puedan ser comprendidos en toda su amplitud y contemplando todas las dimensiones desde las que puede concebirse una misma realidad;
- c) pueden existir más ilustraciones de carácter decorativo, cuya misión en el texto no es tanto influir en los procesos de comprensión y categorización como hacer el texto más atractivo y llamar la atención de los receptores.

Esto quiere decir que los textos semiespecializados suelen recurrir al uso de información gráfica principalmente con dos fines: 1) complementar la información textual, especialmente la relativa a aquellos conceptos clave para comprender el núcleo informativo principal del texto y 2) dirigir la atención de los receptores hacia aquellos fragmentos de texto importantes para el reconocimiento de los conceptos pertinentes que estructuran el conocimiento de un cierto ámbito de especialización.

Los tipos de imágenes que se dan con mayor frecuencia en el subcorpus semiespecializado son el Tipo C, H y G, curiosamente los mismos que en el corpus general y en proporciones similares.

El Tipo C, con 33,94%, es mayoritario en el subcorpus semiespecializado. El Tipo G, con 14,46%, es el tercer tipo más representativo de este subcorpus. Las características de estas imágenes (icónicas y no abstractas además de dinámicas en el Tipo G y no dinámicas en el Tipo C) revelan un predominio de ilustraciones que presentan una relación con el texto que puede ser más o menos cercana.

En este sentido, tanto el Tipo C con el Tipo G, que conjuntamente suman casi el 50% de las ilustraciones de los textos semiespecializados, incluyen predominantemente ilustraciones con una relación próxima al texto que pretenden describir los conceptos ya

transmitidos por la información lingüística, definir conceptos clave y ejemplificarlos. Al mismo tiempo, recogen también ilustraciones con una función meramente decorativa que permiten suscitar emociones y motivar al receptor. Aunque estas últimas no mantienen una relación demasiado estrecha con el texto, pueden ser muy importantes para crear una situación de recepción de información especializada adecuada.

Por su parte, el Tipo H, que con 24,71% representa una cuarta parte de las ilustraciones del subcorpus semiespecializado, agrupa principalmente a ilustraciones con funciones cercanas al texto e incluso que trascienden este.

Necesariamente aparecen funciones como *definir*, *complementar* o *concretar* que se reflejan en el texto si bien, la falta de iconicidad, los elevados niveles de abstracción y la ausencia de dinamismo que caracterizan este tipo de imágenes dan lugar a funciones como *enfaticar*, *justificar*, *comparar* y *representar procesos físicos y cognitivos* que van más allá del texto pero que son imprescindibles para favorecer la comprensión de las estructuras cognitivas que subyacen a la compleja red de conceptos interrelacionados que presentan los textos científicos.

Tabla 38. Concordancias sobre la relación entre tipos de imagen y conceptos pertinentes del subcorpus semiespecializado

1	200Z 22-May	<HEIGHT; VORTICITY><IMGA-ico-ab-din>	24 hours later,
2	res 2.1 Introduction	<WIND; ISOTACH> <IMGA-ico-ab-din>	Low-level coastal jet
3	May	<HEIGHT; TEMPERATURE; WIND><IMGA-ico-ab-din>	At 1200Z on the
4	00Z 23-May	<HEIGHT; VORTICITY> <IMGA-ico-ab-din>	At 1200Z on the
5	0Z 24-May	<HEIGHT; VORTICITY> <IMGA-ico-ab-din>	By 1200Z on the
6	7.	<EARTH SURFACE REFLECTIVITY> <IMGB-ico-ab-ndin>	Figure
7	ent in 2001.	<WAVE ENERGY CONVERTER> <IMGB-ico-ab-ndin>	Figure 15.3: The Pela
8	, pp. 239 - 278.	<FOREREEF ZONE> <IMGB-ico-ab-ndin>	Figure 9.
9	wed from 1000 feet	<BROKEN SLICKS> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 5 (left): Ver
10	iewed from 1000 feet.	<OIL WINDROWS> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 6 (right): Wi
11	ite.	<HORNBLLENDE> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
12	Albite.	<BIOTITE> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
13	blende.	<OLIVINE> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
14	ine.	<ORTHOCLASE> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
15	hoclase.	<QUARTZ> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
16	Silver.	<COPPER> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
17	opper.	<GRAPHITE> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
18	Pyrite.	<GALENA> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
19		<HEMATITE> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
20	lcite.	<DOLOMITE> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure
21	0 kilometers.	<MARGINAL FEATURES> <IMGC-ico-nab-ndin>	
22	500 feet (~150 m).	<CORAL CLUMPS> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 14 (left): Cl
23	1974).	<SUBGLACIAL VOLCANIC CALDERA> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.14. O
24	e (Péwé, 1975).	<ICE-WEDGED POLYGONS> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.23. O
25	ng (1975a).	<GLACIALLY ERODED MASSIF> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.19. P
26	1981b).	<SLOPE STABILIZATION> <IMGC-ico-nab-ndin>	The wire enclosing
27		<MANGROVE COMMUNITY TYPES> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9
28	2005	<CHEMICAL DISPERSION PROCESS> <IMGC-ico-nab-ndin>	The chemical dispers
29	e (1800 UTC, 2200 LT)	<STRIKING WAVE> <IMGC-ico-nab-ndin>	Yikes! I just got o
30	pp. 239 - 278.	<LAGOON HABITAT> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9
31	nd G-26.	<GLACIALLY ERODED MOUNTAINS> <IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 9.18. Photogr

32	Earth 0 0 Equator	<TIDAL BULGES>	<IMGF-nico-nab-din>	Figure T6.1.25: View
33	t, 1985; Fig. 1-28.)	<RIP CURRENT>	<IMGF-nico-nab-din>	Figure 1-14. Illustr
34	.	<WORLD CURRENTS>	<IMGG-ico-nab-din>	F
35	e than 100 metres.	<GLOBAL CURRENTS>	<IMGG-ico-nab-din>	(Joseph L Reid in Oce
36	Figure 10ae-5.	<GLACIER ADVANCE>	<IMGG-ico-nab-din>	
37	gure 10q-1).	<LANDFORM DEVELOPMENT>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure
38	al., 1995).	<SEASONAL BEACH CHANGES>	<IMGG-ico-nab-din>	
39	e 10ae-2).	<ALPINE VALLEY GLACIER>	<IMGG-ico-nab-din>	F
40	opography. 2.7 Summary	<COASTAL JET>	<IMGG-ico-nab-din>	This figure summariz
41	04 tsunami	<TSUNAMI CONSEQUENCES>	<IMGG-ico-nab-din>	Photo courtesy
42	10 3.0 5 1.5 0 0	<TIDAL CURVES>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure T6.1.4a: Typi
43	Tunnel Slopes of 1 to 7	<TRENCH>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 5 Trenches for
44	n in Table 1-1.	<GRAIN-SIZE SCALE>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure 1-18. Grain-s
45	st 10 years.	<OZONE CONCENTRATIONS>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Photo courtesy
46	976).	<SATURATION EQUILIBRIUM CURVES>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure 7.2. Sa
47	998a).	<GREENHOUSE GAS EMISSIONS>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure 3.6: NSW & AC
48	surface. 2.5 Jet Structure	<ISOTACH>	<IMGH-nico-ab-ndin>	The sloping isentro
49	about 20 knots.	<COMPOSITE HEIGHTS>	<IMGH-nico-ab-ndin>	In this composite c
50	-100 -200 YEAR	<VOLUME CHANGE>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Figure 5 Volume chan

A continuación analizaremos mediante las líneas de concordancia de la Tabla 38 los tres tipos de ilustraciones más frecuentes (C, H y G) en relación con los conceptos especializados que representan.

En el subcorpus semiespecializado, las ilustraciones Tipo C suelen aparecer asociadas a conceptos simples que aluden a objetos materiales como CORAL CLUMPS, OIL WINDROWS, BROKEN SLICKS o QUARTZ, que hacen referencia a colonias coralinas, manchas de fuel o minerales. Su existencia en la realidad permite percibir estas entidades, reconocerlas y conceptualizarlas rápidamente y sin emplear demasiado tiempo en la comprensión.

En consecuencia, estos conceptos son susceptibles de ser representados gráficamente mediante ilustraciones de carácter icónico, no abstracto y no dinámico como las pertenecientes al Tipo C. Podemos observar en las concordancias anteriores que estas imágenes son mayoritarias en el subcorpus semiespecializado (14 imágenes de 25 pertenecen al Tipo C), lo que nos indica que este tipo de conceptos que representan es el que predomina en este nivel de especialización.

Las ilustraciones Tipo H, por el contrario, representan conceptos complejos que aluden a relaciones entre otros conceptos. Así, en las concordancias salen a relucir conceptos como TIDAL CURVES, GRAIN-SIZE SCALE o SATURATION EQUILIBRIUM CURVE, para cuya comprensión es necesario recurrir primero a otros conceptos relacionados.

En el caso de TIDAL CURVE, hay que conocer conceptos como TIDAL HEIGHT y TIME, localizarlos en el lexicón mental y activarlos para ponerlos en relación. Este proceso lleva más tiempo que la categorización de conceptos simples ya que sigue una ruta de

acceso léxico más larga por lo que el esfuerzo cognitivo requerido es mayor. El carácter no icónico, abstracto y no dinámico de las imágenes del Tipo H, hace que estas sean las más idóneas para representar conceptos como los anteriores, que no existen en la realidad de forma que sean directamente perceptibles, que requieran más tiempo para su comprensión y que no expresan movimiento.

Por su parte, las ilustraciones del Tipo G focalizan el carácter dinámico de conceptos como COASTAL JET, SEASONAL BEACH CHANGES o LANDFORM DEVELOPMENT, que aluden al movimiento como rasgo imprescindible para la comprensión de la esencia del concepto.

En el caso de COASTAL JET, la imagen debe incluir elementos dinámicos que muestren la dirección en que circulan las corrientes marinas; para BEACH CHANGES, el movimiento viene sugerido por la representación de la relación conceptual no jerárquica cronológica existente entre las distintas fases que componen el proceso de cambio de la playa; finalmente, LANDFORM DEVELOPMENT requiere una representación dinámica que ponga de manifiesto los subprocesos geológicos y meteorológicos que modelan el relieve (erosión, abrasión, sedimentación, etc.).

Puesto que los conceptos especializados adoptan muy frecuentemente la forma de frasemas, puede ser interesante analizar la fraseología del subcorpus semiespecializado para relacionar las características de las ilustraciones y los conceptos más frecuentes en este nivel de especialización.

Tabla 39. Unidades fraseológicas del subcorpus semiespecializado

Frasemas (Frec.)			
	WAVE	WATER	COASTAL
1	low wave energy (8)	water column (47)	coastal jet (20)
2	wave and tidal (7)	amount of water (27)	coastal mountains (20)
3	wave energy conversion (7)	water table (26)	coastal zone (14)
4	deep water wave (6)	land and water (24)	coastal and marine (13)
5	wave-dominated coasts (6)	movement of water (24)	coastal fresh marshes (10)
6	amount of wave (5)	water surface (19)	coastal ecosystems (8)
7	average wave height (5)	flow of water (17)	coastal wetlands (8)
8	european wave energy (5)	water-in-oil (17)	coastal ecosystems food (7)
9	ocean wave models (5)	ground water (12)	coastal plain shorelines (7)
10	wave energy devices (5)	water particles (11)	coastal environment (7)

Los compuestos terminológicos que muestra la Tabla 39 son representativos de la fraseología del subcorpus semiespecializado. Puede apreciarse una menor complejidad

terminológica con respecto a la fraseología del subcorpus especializado como evidencian conceptos como LOW WAVE ENERGY, WATER SURFACE, WATER PARTICLES o COASTAL ENVIRONMENT. Además estas cifras suponen una prueba más de la menor densidad terminológica que caracteriza a los textos semiespecializados ya que la frecuencia absoluta de estos frasemas es sensiblemente menor a la de los textos especializados.

Este hecho está en relación con el predominio de imágenes Tipo C y con los porcentajes de prevalencia mostrados por la iconicidad, la abstracción y el dinamismo. De hecho, las imágenes Tipo C son las más frecuentes y se alzan como prototípicas de este subcorpus ya que sus características son además las más empleadas en el conjunto de las ilustraciones de los textos semiespecializados. Así, la mayoría de ilustraciones son icónicas, poco abstractas y no dinámicas.

La mayoría de los conceptos se caracterizan por aludir a entidades del mundo real directamente observables, por lo que generalmente son susceptibles de ser representadas gráficamente por ilustraciones icónicas. Entre los términos y compuestos terminológicos más frecuentes encontramos alusiones a conceptos materiales como COASTAL MOUNTAINS, WATER PARTICLES, OIL, SAND o BEACH. Por lo general, estos conceptos se representan mediante ilustraciones icónicas, gracias a las cuales es posible poner de relieve la semejanza con el referente.

Si observamos la Tabla 31 y la Tabla 39, podemos encontrar conceptos diferentes como AVERAGE WAVE HEIGHT, LEVEL, FLOW, OCEAN WAVE MODELS o AMOUNT OF WATER, que implican representaciones gráficas con otras características.

Esto se debe a que en el subcorpus semiespecializado el número total de ilustraciones icónicas y no icónicas parece equipararse tendiendo al 50%. Si comparamos estas cifras con las correspondientes de los subcorpus especializado y divulgativo, vemos cómo estas últimas son bastante distantes entre sí (los porcentajes oscilan entre 30-70% y 20-80%); al observar los datos obtenidos para los textos semiespecializados, el uso de la iconicidad es mucho más equitativo y equilibrado.

Estas ilustraciones no suelen presentar niveles muy elevados de abstracción, de modo que se pueden comprender sin demasiados problemas mediante técnicas de asociación

con conceptos conocidos; ocurre así en el caso de WATER COLUMN, WATER TABLE, DEEP WATER WAVE O COASTAL WETLANDS.

Por ejemplo, aunque WATER COLUMN es un concepto especializado propio de la Gestión integrada de zonas costeras que un lego no tiene por qué conocer, es fácil de comprender mediante la activación del concepto COLUMN, que sí está lexicalizado y existe en el lexicón mental de cualquier receptor. De este modo, se puede realizar una serie de inferencias metafóricas y metonímicas que favorecen la asociación entre conceptos y que determinan la asimilación de las características del concepto de la lengua general por parte del concepto especializado. El resultado es la definición de WATER COLUMN como masa vertical de agua medida desde la superficie hasta el fondo.

Al igual que en el caso de la iconicidad, el uso de ilustraciones abstractas y no abstractas tiende a un porcentaje cercano al 50%, si bien existe, como acabamos de mencionar, una preferencia por el uso de ilustraciones no abstractas. Esto evidencia la presencia en este subcorpus de conceptos propios de niveles de especialización más elevados que condensan gran cantidad de información especializada. Estos conceptos son imprescindibles para la transmisión del conocimiento científico si bien deben someterse a un proceso de modelización que los haga accesibles a un público más amplio y con menor competencia cognitiva.

Para conseguir este objetivo, se recurre a aumentar los niveles de iconicidad y rebajar la abstracción de la información gráfica, combinando estas tendencias en diferentes tipos de imágenes identificados en nuestra clasificación.

Mención aparte merece el caso del dinamismo. La tendencia observada para los parámetros de iconicidad y abstracción no continúa en el dinamismo. Aunque existe una mayoría de ilustraciones no dinámicas, la cifra de ilustraciones dinámicas se incrementa más que sensiblemente con respecto al subcorpus especializado. Este dato puede suponer un indicio de:

- a) la mayor presencia de conceptos de naturaleza dinámica en textos semiespecializados;
- b) la mayor necesidad de explicitar el carácter dinámico de determinados conceptos a receptores no expertos y/o

- c) la tendencia a emplear más movimiento, tanto implícito como explícito, para representar procesos.

Si nos remitimos de nuevo a los conceptos frecuentes del subcorpus semiespecializado, advertimos la abundancia de conceptos dinámicos como MOVEMENT OF WATER, FLOW OF WATER, CURRENT, CHANGE, PROCESS, EROSION, COASTAL ECOSYSTEMS, etc.

En textos muy especializados, la naturaleza dinámica de ciertos conceptos rara vez es explícita, puesto que el término condensa esa información sin necesidad de hacerla expresa para un especialista. En cambio, en textos semiespecializados, la comunicación, generalmente en una situación interprofesional, es asimétrica y la competencia cognitiva de los interlocutores desigual. Por ello, se suelen emplear recursos para salvar esa asimetría, como puede ser la utilización de ilustraciones dinámicas (Tipos A, E, F y G) que den cuenta de la configuración como procesos de muchos conceptos. No en vano las ilustraciones Tipo G son las terceras más frecuentes del subcorpus semiespecializado.

Además, el canal de transmisión de los textos semiespecializados de nuestro subcorpus, fundamentalmente Internet, posibilita la proliferación de ilustraciones que muestran movimiento explícito en forma de clips de vídeo o animaciones, si bien la mayor parte de las ilustraciones recurre a elementos estáticos susceptibles de representar movimiento tales como flechas o vectores.

Como vemos, los datos relativos a los textos semiespecializados ponen de manifiesto la representatividad nuestro corpus, ya que son muy similares a los datos del corpus general y a las medias de los datos de cada uno de los subcorpus. Parece importante, llegados a este punto, mencionar la adecuación de la metodología empleada para la recopilación de textos y su clasificación en los tres subcorpus con respecto a los objetivos del trabajo.

En el caso de que los datos del subcorpus semiespecializado estuvieran más próximos del subcorpus especializado o del divulgativo, cabría cuestionarse si la clasificación de los textos semiespecializados ha sido la correcta y si esta se adecua a los criterios de caracterización de los textos de especialidad propuestos en las clasificaciones del apartado § 2.3.4.

Finalmente, es curioso que las imágenes del subcorpus semiespecializado no cuenten con un pie de foto tan estandarizado como en el caso de las imágenes del subcorpus especializado, lo que de nuevo indica el grado de normalización al que están sujetos estos últimos. Son muchas menos las ilustraciones que están introducidas por la marca *Figure* y su pie de foto describe directamente el contenido semántico de la representación gráfica sin hacer mención expresa al concepto mediante frases como *this figure summarizes...* Existen bastantes casos en los que ni siquiera existe pie de foto, lo que atribuimos al carácter decorativo que adoptan algunas imágenes en textos semiespecializados.

6.1.3.4. Subcorpus divulgativo

A diferencia de lo que acabamos de describir para los textos especializados y semiespecializados, en situaciones comunicativas de divulgación existe una necesidad acuciante de suplir la falta de conocimiento en la materia de los receptores con recursos gráficos de índole explicativa. De este modo, la transmisión de conocimiento quedaría garantizada, algo de lo que los comunicadores deben ser conscientes a la hora de representar gráficamente los conceptos especializados en textos divulgativos. Veamos pues cómo se comporta la información gráfica y cuál es el uso que hacen de ella los comunicadores especializados en textos divulgativos.

El subcorpus divulgativo es el que incluye un mayor número de imágenes tanto en términos absolutos, 1156 ilustraciones, como en términos relativos, 45,66% de las ilustraciones del corpus general. Este dato es significativo puesto que constituye un porcentaje parecido al que sumarían los subcorpus especializado y semiespecializado juntos. Esta proporción da lugar a una ratio I/P de 1/301.

Los resultados relativos al subcorpus divulgativo revelan una mayor presencia de imágenes en textos con un nivel de especialización bajo, que puede deberse a los siguientes factores:

1. La necesidad de adaptar los contenidos estrictamente científicos a los contextos sociales y la cultura popular de los receptores legos.

2. La necesidad de contextualizar el concepto especializado mediante la creación un marco cognitivo de referencia en el que el lector pueda ubicarlo y comprenderlo.
3. La necesidad de certificar una realidad científica ante receptores sin conocimiento en la materia mediante ilustraciones que, al tiempo que transmiten los avances científicos, constaten los descubrimientos de la ciencia.
4. La *espectacularización* de la ciencia, tan frecuente en textos de divulgación científica.

Las ilustraciones forman parte de la estructura textual del discurso y, en consecuencia, mantienen una relación de coherencia intratextual con el resto de elementos que la componen. Los textos divulgativos son el resultado más o menos consciente de un proceso de recontextualización de la información especializada que implica la utilización de recursos de reformulación discursiva en los niveles léxico, oracional y textual. Esta visión de la divulgación como recontextualización procede del paso de la perspectiva declarativa a la perspectiva explicativa que adopta el lenguaje periodístico empleado normalmente en los textos divulgativos.

Las imágenes constituyen un recurso importante para acercar el saber científico a un público no experto y contribuyen a una mejor transmisión de la información especializada hacia un grupo de receptores mucho más amplio y heterogéneo. La ratio I/P del subcorpus divulgativo pone de manifiesto una mayor densidad gráfica, que evidencia una mayor concentración de información gráfica por fragmento de texto en forma de imágenes que bien presentan un valor referencial y pedagógico, bien una capacidad para explotar la fascinación y el espectáculo con el fin de atraer la atención de los receptores.

La proporción en que estas ilustraciones, cada una con su correspondiente función, concurren en el subcorpus divulgativo debe ser analizada a la luz de las funciones más representativas de las imágenes con respecto al texto de divulgación y a la clase de conceptos que normalmente designan.

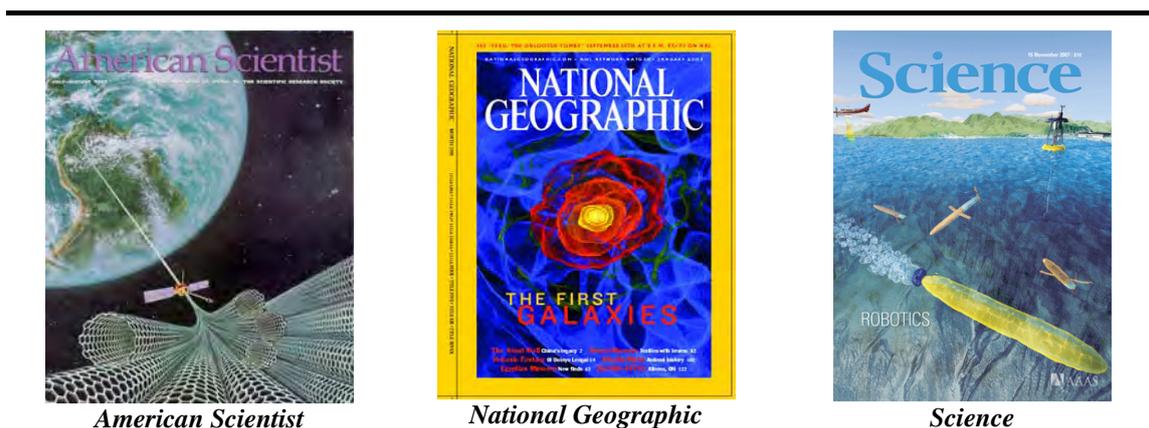
Parece claro que la perspectiva didáctica es la que predomina en textos divulgativos, por lo que abundan recursos explicativos que favorecen la recontextualización de la

información especializada. Como hemos dicho, la introducción de técnicas infográficas en los distintos ámbitos de la ciencia y la técnica han permitido mostrar aspectos poco visibles de la ciencia que hasta entonces estaban reservados a los expertos.

Asimismo, la llegada de la era audiovisual a la sociedad del conocimiento ha incrementado la demanda de información gráfica por parte del público general. Consecuentemente, las imágenes se han alzado como uno de los vehículos de transmisión de conocimiento especializado más recurrentes en la actualidad, particularmente en situaciones comunicativas de divulgación de la ciencia.

Basta echar un vistazo a las portadas de algunas revistas de divulgación científica, como las que muestra la Tabla 40, que dedican más espacio a la imagen que a titulares sobre los contenidos, en un intento por atraer a un mayor número de lectores.

Tabla 40. Portadas de revistas de divulgación científica



Debido a este valor pedagógico, las ilustraciones del subcorpus divulgativo conservan su carácter referencial gracias al cual aluden de forma directa y desambiguada al concepto en cuestión.

Para ello, suelen adoptar funciones que pongan de relieve la relación de las ilustraciones con el texto como: *reiterar* (mediante ejemplos concretos, alusiones directas al referente, descripciones o adaptaciones de un registro más especializado a uno más accesible por un público lego); *organizar* (mediante la ubicación particular de los conceptos en determinadas partes de la imagen o el aislamiento de una determinada información del resto de la imagen para situarla en el pie de imagen, como texto incrustado, en el atributo alt, etc.); *relacionar* (mediante el establecimiento de comparaciones y paralelismos).

Tabla 41. Concordancias sobre la relación entre tipos de imagen y conceptos pertinentes del subcorpus divulgativo

1	er (Fig. 15.30):	<TYPES OF ESTUARIES>	<IMGA-ico-ab-din>	Salt wedge estuary.
2		<ACCOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER>	<IMGA-ico-ab-din>	
3		<DEFORESTATION PROCESS; USA>	<IMGB-ico-ab-ndin>	Orbital photogr
4	96).	<VERTICALLY-MIXED ESTUARY>	<IMGB-ico-ab-ndin>	The
5	EED>	<IMGB-ico-ab-ndin>	<WAVE SPEEDS>	<IMGB-ico-ab-ndin>
6	rasion.	<POTHOLES; SCOURING BEDROCK>	<IMGB-ico-ab-ndin>	Figure FS.20 Potholes
7		<ACCOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER>	<IMGB-ico-ab-ndin>	An
8	July 1916.	<FLOODWATERS; ROCK RIVER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Rock River floodwate
9	, 1981a).	<FLOATING TYRE BREAKWATER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 20. Flo
10	GGs, 1990).	<NATURAL SHORELINE WIDTH>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 6. Beach widt
11	2 3	<THE EARTH>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Gl
12	ated: March 20, 2007	<SALT MARSH>	<IMGC-ico-nab-ndin>	A salt marsh on the
13	07 Introduction	<SOONE SEAMOUNT>	<IMGC-ico-nab-ndin>	A multi-beam represe
14	007 Introduction	<MARINE DEBRIS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Marine debris on a b
15	50.	<EXPLOSIVE VOLCANIC ERUPTIONS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 4: Explosive
16	ed by gravity. [2]	Tides <HIGH TIDE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	High tide (left) and
17	epth of 5 meters.	<SHALLOW WATER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Recall the f
18	akes is about 3-5 kw/m.	<OCEAN WAVE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Ocean Wave Wave ene
19	from a wave.	<OCEAN WAVE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Next
20	e What is a spring?	<NATURAL SPRING>	<IMGC-ico-nab-ndin>	A spring is a water
21	ed a semi-	<TIDAL DISTRIBUTION>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Th
22	th to pass by a point.	<WAVE ANATOMY>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Back to Top 1.2.
23	e or accrete.	<COMMON BEACH FEATURES>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Figure 1. Common bea
24	o low wave action.	<BLACK LAVA BEACH>	<IMGC-ico-nab-ndin>	OS.12 Black lava bea
25	n 90 degrees).	<PARALLEL DRAINAGE>	<IMGD-nico-nab-ndin>	Figure FS.6 Paralle
26	ion.	<OUTGOING LONGWAVE RADIATION>	<IMGD-nico-nab-ndin>	Figure 3: Annual (1
27	ber 18, 2006	<SOLAR DISTRIBUTION>	<IMGF-nico-nab-din>	Figure 1: As illustr
28	es (Fig. 2).	<COMBINED SEWER SYSTEM>	<IMGF-nico-nab-din>	Figure 3: A combined
29	3 4	<ATMOSPHERIC CIRCULATION>	<IMGF-nico-nab-din>	
30		<EKMAN'S SPIRAL>	<IMGF-nico-nab-din>	Th
31	fe of a Tsunami	<TSUNAMI; INITIATION>	<IMGF-nico-nab-din>	Panel 1-I
32		<ELLIPTICAL ORBIT>	<IMGG-ico-nab-din>	The
33	: May 19, 2007	<HYDROLOGIC CYCLE>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure 1: Hydrologic
34	1981a).	<BULKHEAD; FLANK PROTECTION>	<IMGG-ico-nab-din>	Photograph 1
35	81a).	<LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure 17. Eff
36	4	<WAVE ANATOMY>	<IMGG-ico-nab-din>	Ana
37		<RIP CURRENT DANGER>	<IMGG-ico-nab-din>	The
38	nd a nearby woodland.	<GROUNDWATER>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure 1. Ground wate
39	n the ends of a stick.	<MOON TIDE>	<IMGG-ico-nab-din>	If you sp
40	<IMGH-nico-ab-ndin>	<STORM SURGE>	<IMGG-ico-nab-din>	
41	Evapotranspiration:	<TRANSPIRATION>	<IMGG-ico-nab-din>	The process by which
42	t accompanies it.	<HYDROLOGIC CYCLE>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure TH.3 The Hydro
43	ince 1850	<MOUNTAIN GLACIER CHANGES>	<IMGH-nico-ab-ndin>	A map of the change
44	Ayling, 1975.	<WAVE EXPOSURE ZONING>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Wave exposure
45		<GULF STREAM CURRENT>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Th
46	14, 2006	<MARINE NITROGEN CYCLE>	<IMGH-nico-ab-ndin>	The marine nitrogen
47	a dot in a triangle).	<TIDAL DATA>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Civil and maritime u
48	region.	<PRECIPITATION MEASUREMENTS>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Traditionally, preci
49	>	<IMGH-nico-ab-ndin>	<DIURNAL TIDE>	<IMGH-nico-ab-ndin>
50	S>	<IMGH-nico-ab-ndin>	<MIXED TIDES>	<IMGH-nico-ab-ndin>

Las ilustraciones más frecuentes en el subcorpus divulgativo son el Tipo C, G y H, que juntos suman casi el 85% del total. El Tipo C, el más frecuente con un 49,65%, se distingue por su carácter icónico, los reducidos niveles de abstracción y la ausencia de dinamismo. Dadas estas características, estas imágenes suelen estar asociadas a conceptos concretos y materiales como ROCK RIVER, FLOATING TYRE BREAKWATER, THE EARTH, MARINE DEBRIS, EXPLOSIVE VOLCANIC ERUPTIONS.

Estos conceptos están representados por términos altamente explicativos que denotan su simplicidad, ya que aluden principalmente a realidades externas perceptibles por los sentidos. De ahí que el Tipo C sea el más adecuado (y frecuente) para estos conceptos, pues su elevada iconicidad y su reducida abstracción son los parámetros que mejor representan las características de estos conceptos en el nivel más bajo de especialización.

Las ilustraciones Tipo G se comportan de forma similar a las del Tipo C, pues presentan las mismas características, a excepción del dinamismo, rasgo que añaden las primeras. En consecuencia, los conceptos que representan estas imágenes son parecidos a los que acabamos de mencionar con una particularidad adicional, su naturaleza procesual.

Para describir gráficamente conceptos como ELLIPTICAL ORBIT, HYDROLOGIC CYCLE o LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT, se hace necesaria la representación del movimiento que llevan aparejado mediante el recurso a elementos dinámicos como los contenidos en las ilustraciones del Tipo G. No obstante, se ha observado que en textos divulgativos el dinamismo se aplica en ocasiones a ilustraciones que representan conceptos no necesariamente dinámicos con el fin de hacer el texto más atractivo.

Sin embargo, los conceptos especializados que siguen presentes en textos de divulgación presentan una complejidad incompatible con los tipos de ilustraciones que acabamos de describir. Esa es la razón por la que las ilustraciones Tipo H son abundantes, aunque en una proporción significativamente inferior a la obtenida para los subcorpus especializado y semiespecializado, en textos divulgativos.

El Tipo H suele emplearse para representar conceptos como PRECIPITATION MEASUREMENTS, WAVE EXPOSURE ZONING o TIDAL DATA; pueden percibirse en ellos mayores dificultades de comprensión, puesto que no existe un referente físico sobre el que apoyar un proceso de categorización por asociación de conceptos como en otras ocasiones.

Sería necesario profundizar en el estudio de la representación de conceptos altamente especializados dirigidos a un público lego, si bien este aspecto constituye el objetivo de otros estudios sobre la divulgación como tarea de recontextualización. Algunos de estos estudios, de los que ya hemos hablado en § 2.3.3.4, proponen diversos recursos

textuales para facilitar la transferencia de conocimiento en situaciones comunicativas asimétricas entre profesionales y legos. Entre tales recursos podemos encontrar los siguientes:

Sinonimia: “rip currents, sometimes called *rip tides*, can happen when longshore currents, which move parallel to the beach, bounce seaward because of a change in the bottom's structure”.

Definición: “*tides are* the periodic rise and fall of the ocean waters. They are caused by the gravitational pulls of the Moon and (to a lesser extent) Sun, as well as the rotation of the Earth”.

Ejemplificación: “beaches are areas of loose sediment (*sand, gravel, cobbles*) controlled by ocean processes. Waves and currents move the accumulated sediment constantly creating, eroding and changing the coastlines”.

Simplificación léxica: “beaches are naturally very dynamic (*always-changing*) places, but people try to control them and build permanent structures, such as houses, restaurants, shops and hotels, on or near the shore”.

Paráfrasis: “strong interactors are species capable of preventing the development of a monoculture or of destroying one already established. *In other words*, these are species whose removal causes explosive increases in the abundance of their (competitively dominant) prey”.

Comparación: Vibrant coral reefs harbor diverse communities of life in the tropical oceans. *Like trees*, corals produce annual rings that store a record of past conditions”.

Además de emplear estos recursos, postulamos aquí la necesidad de adaptar todos los elementos susceptibles de representar conocimiento especializado, en especial, la información gráfica.

A continuación, pasamos a analizar los niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo presentes en las ilustraciones de los textos divulgativos a través de los compuestos terminológicos más frecuentes.

Tabla 42. Unidades fraseológicas del subcorpus divulgativo

Frasemas (Frec.)			
	WATER	WAVE	TIDE
1	<i>water cycle</i> (80)	<i>wave types</i> (38)	<i>high tide</i> (14)
2	<i>water table</i> (76)	<i>wave height</i> (30)	<i>low tide</i> (14)
3	<i>ground water</i> (68)	<i>wave speed</i> (21)	<i>lunar tide</i> (8)
4	<i>surface water</i> (57)	<i>wave energy</i> (19)	<i>tide gauge data</i> (8)
5	<i>amount of water</i> (52)	<i>significant wave period</i> (15)	<i>tide and current</i> (6)
6	<i>movement of water</i> (40)	<i>deep water wave</i> (10)	<i>during low tide</i> (5)
7	<i>ground water flow</i> (30)	<i>wave life cycle</i> (10)	<i>ebb tide</i> (4)
8	<i>water level</i> (30)	<i>wave group</i> (9)	<i>solar tide</i> (4)
9	<i>deep water</i> (24)	<i>wave length</i> (9)	<i>the tide goes</i> (4)
10	<i>volume of water</i> (23)	<i>wave crest</i> (8)	<i>incoming tide</i> (3)

En lo que respecta a la iconicidad y la abstracción, las ilustraciones del subcorpus divulgativo, son mayoritariamente icónicas y no abstractas. Las proporciones de estos parámetros se hacen más acusadas en el subcorpus divulgativo superando el 75%. Si las comparamos con las cifras del subcorpus especializado, cuyos textos se sitúan en el extremo opuesto a los divulgativos en el *continuum* de especialización, podemos observar cómo se invierten las proporciones de ilustraciones icónicas y abstractas.

Las ilustraciones icónicas (Tipos A, B, C y G) revelan un predominio de conceptos que aluden a entidades materiales como GROUND WATER, SURFACE WATER, WAVE GROUP, WAVE CREST, LOW TIDE o HIGH TIDE. Se trata de entidades existentes en la naturaleza conocidas por los individuos que pertenecen al entorno costero y fácilmente comprensibles por aquellos que, sin pertenecer a él, se ven en la necesidad de interactuar con este o con los individuos que lo habitan a través de intercambios de información.

Las ilustraciones poco abstractas (Tipos C, D, F y G) también son mayoría y, al hilo de lo anterior, hacen referencia a conceptos simples que, aun siendo especializados, no revisten demasiada dificultad para su comprensión por un receptor lego: WATER LEVEL, WAVE HEIGHT o LUNAR TIDE.

El caso del dinamismo en este subcorpus es un tanto particular ya que no sigue las tendencias observadas en el corpus general para la iconicidad (al alza) y la abstracción (a la baja) o la que experimentan las ilustraciones dinámicas en los subcorpus especializado y semiespecializado.

El porcentaje de ilustraciones dinámicas en textos especializados es muy escaso, si bien este experimenta un incremento notable en los textos semiespecializados. Aunque la diferencia entre el subcorpus semiespecializado (30,41% de ilustraciones dinámicas) y el subcorpus divulgativo (27,51%) no es demasiado significativa, sí se pueden advertir algunas causas que expliquen este pequeño retroceso:

1. El dinamismo no siempre constituye una ayuda a la comprensión ya que puede comportarse como un elemento meramente decorativo y destacar elementos poco relevantes o que no transmiten demasiada información.
2. El dinamismo añade complejidad a la representación gráfica por lo que se tiende a utilizar imágenes estáticas y reservar las dinámicas para representar aquellos conceptos cuya naturaleza procesual sea imprescindible para la comprensión.
3. El uso de elementos dinámicos puede conceder a la ilustración bien un carácter hiperrealista que satura, con elementos superfluos, la percepción de los receptores, bien un carácter “hiporrealista” que desvirtua la realidad de los acontecimientos.
4. Los conceptos dinámicos suelen entrañar mayor complejidad para su categorización que los no dinámicos, por lo que los comunicadores especializados tienden a emplear solo aquellos realmente necesarios para la comprensión del tema.

Pese a lo anterior, existen conceptos simples como WAVE, TIDE o CURRENT, que desde la Gestión terminológica orientada al proceso no pueden conceptualizarse sino como procesos. Cabe recordar aquí que este tipo de conceptos se enmarcan en una estructura conceptual dinámica y flexible como el Evento de Ingeniería de puertos y costas (CEE) y en estructuras subordinadas como el subevento del movimiento oscilatorio que los relaciona con macrocategorías como AGENTE, RESULTADO, PACIENTE.

Igualmente, aparecen compuestos terminológicos más complejos como GROUND WATER FLOW, WAVE LIFE CYCLE o INCOMING TIDE que requieren necesariamente una configuración procesual, ya que sin la expresión del movimiento que implican no es posible obtener una comprensión plena del concepto en todas sus dimensiones.

Por último, fijamos nuestra atención en la información de los pies de foto. El número de imágenes que muestran las concordancias de la Tabla 41 que están introducidas por la marca *Figure* continua en descendiendo respecto a los textos semiespecializados. En el caso de los textos de divulgación, la mayoría de las imágenes suelen presentar un pie de foto pero con un nivel de normalización mucho menor, de ahí que más que un pie de foto, lo que sigue a la imagen es una definición del concepto representado: *a spring is a water...* o *transpiration: the process by which...*

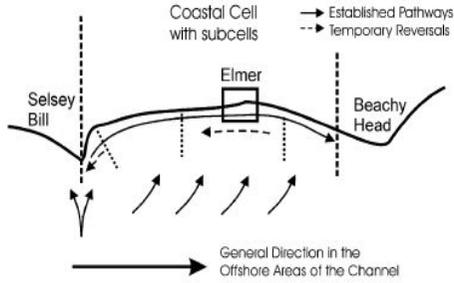
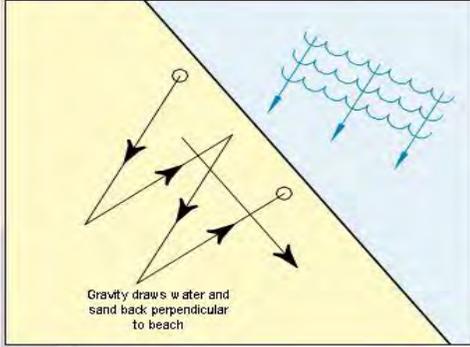
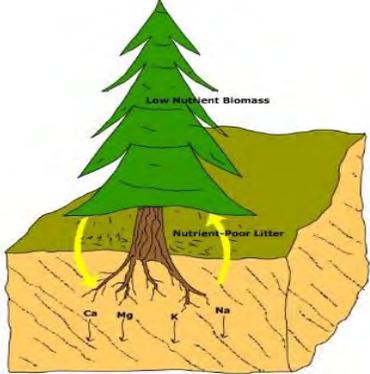
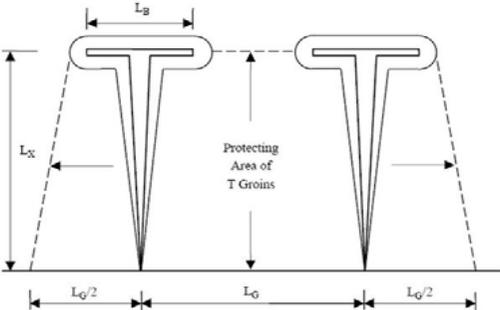
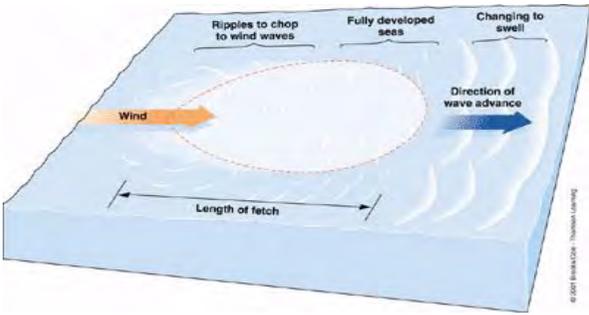
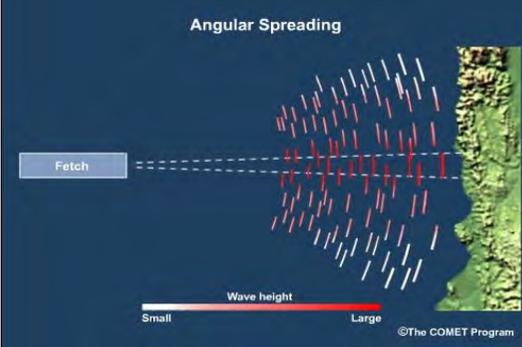
6.1.4. Sinopsis de características de las representaciones gráficas

Hemos observado en los apartados anteriores que existen conceptos que se repiten en los distintos subcorpus y que, sin embargo, están representados por distintos tipos de ilustraciones. Ello es debido a que la información gráfica adopta unas características concretas en función de la situación comunicativa y los atributos que constituyen la naturaleza de los conceptos especializados.

En este apartado trataremos de proporcionar ejemplos claros mediante los cuales podamos resumir las características y funciones más importantes de los distintos tipos de información gráfica. Para ello habrá que partir de los datos de nuestro análisis que evidencian la relación existente entre las diferentes ilustraciones y los conceptos, entre el nivel de especialización de los textos y las ilustraciones y entre los conceptos y el nivel de especialización.

La Tabla 43 recoge ejemplos de los tipos de ilustraciones de nuestra clasificación, así como los conceptos asociados a cada uno de ellos en los distintos niveles de especialización: especializado, semiespecializado y divulgativo.

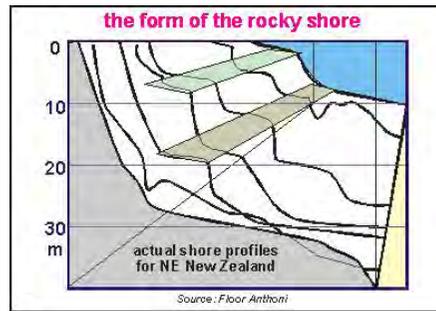
Tabla 43. Sinopsis de ilustraciones según el nivel de especialización del texto

Subcorpus Tipo	Nivel especializado	Nivel semiespecializado	Nivel divulgativo
A (ico-ab- din)	 <p data-bbox="309 694 763 767">Fig. 19. Regional sediment transport direction in the West Sussex coastal cell (adapted from various sources). SEDIMENT TRANSPORT DIRECTION</p>	 <p data-bbox="994 746 1330 767">BEACH SAND MOVEMENT</p>	 <p data-bbox="1693 762 1951 783">NUTRIENT CYCLING</p>
B (ico-ab- ndin)	 <p data-bbox="421 1125 651 1141">Fig. 2. Groin parameters and protecting area.</p> <p data-bbox="398 1145 663 1166">GROIN PARAMETERS</p>	 <p data-bbox="1039 1125 1279 1145">WAVE DISPERSION</p>	 <p data-bbox="1682 1145 1966 1166">ANGULAR SPREADING</p>

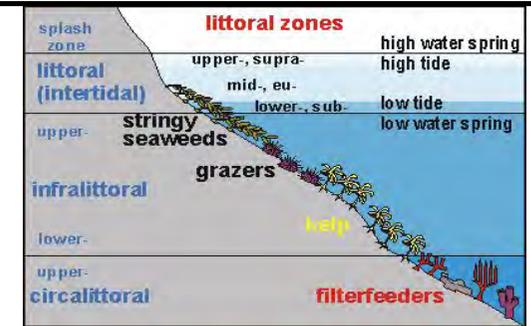
C
(ico-nab-
ndin)



SHORELINE HEADLANDS



ROCKY SHORE



LITTORAL ZONES

D
(nico-nab-
ndin)

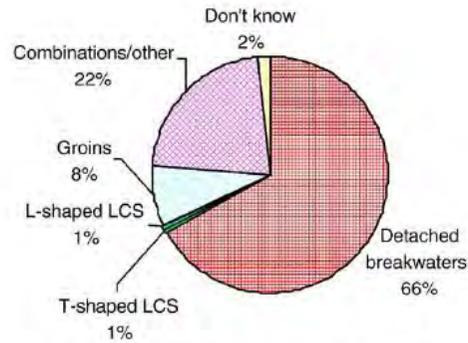
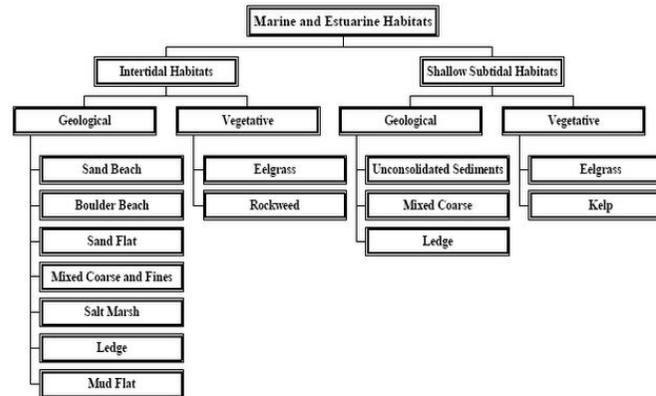


Fig. 2. Types of low crested structures in Europe.

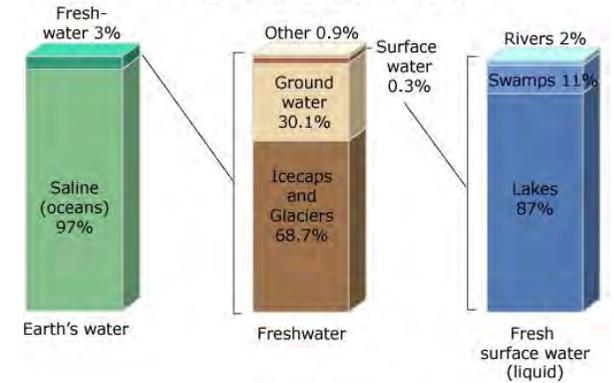
LOW CRESTED STRUCTURES

COASTAL WETLANDS



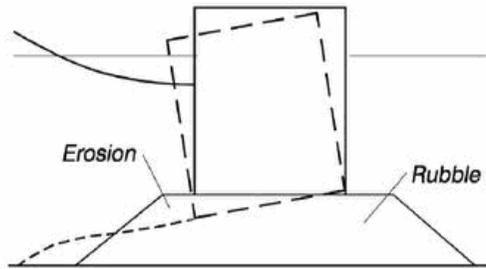
COASTAL WETLANDS

Distribution of Earth's Water

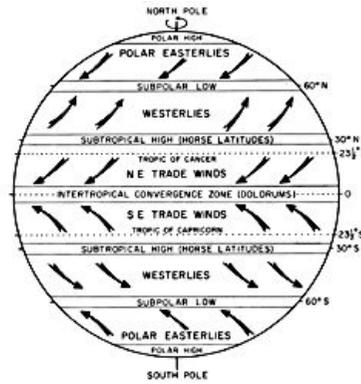


WATER DISTRIBUTION

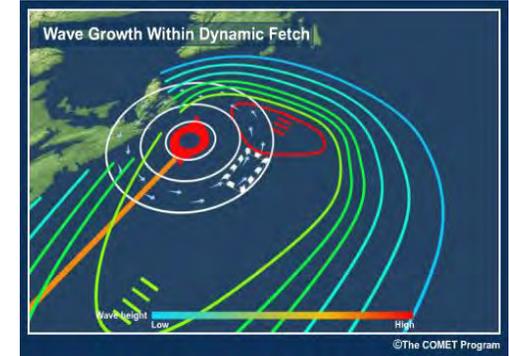
E
(nico-ab-
din)



SEAWARD TILTING

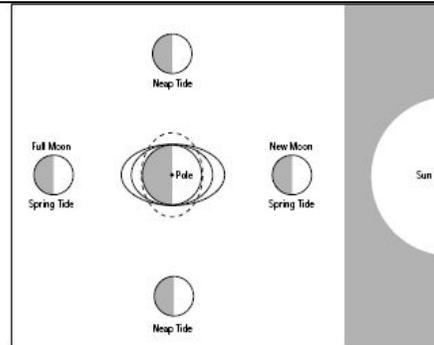


GLOBAL AIR CIRCULATION

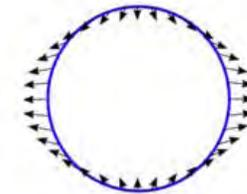


WAVE GROWTH

F
(nico-nab-
din)

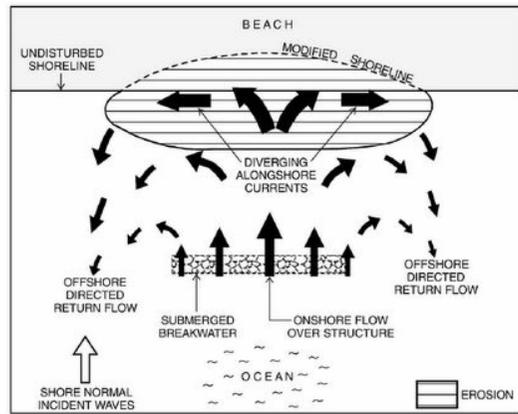


TIDE

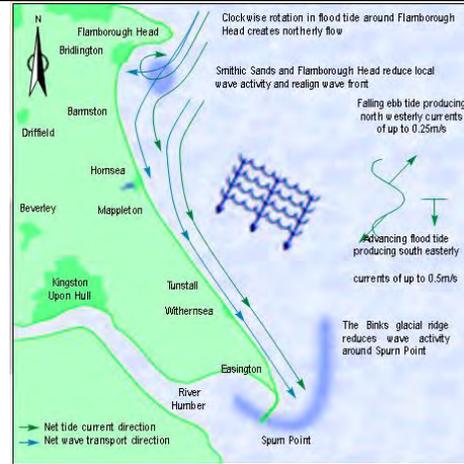


TIDE GENERATING FORCE

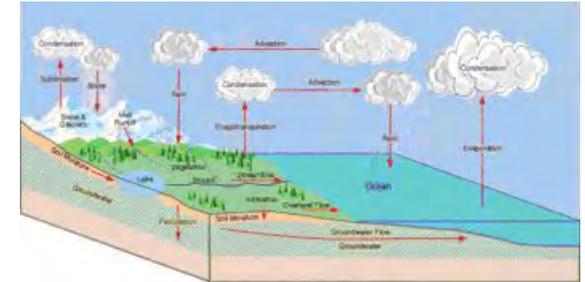
G
(ico-nab-
din)



NEARSHORE EROSION

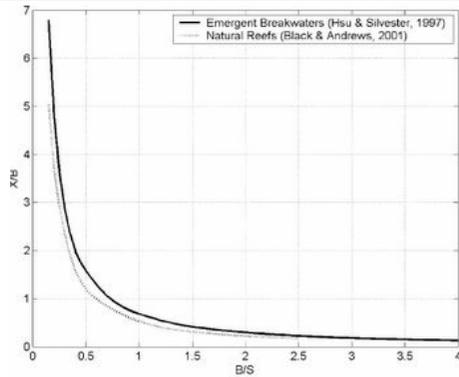


COASTAL PROCESSES

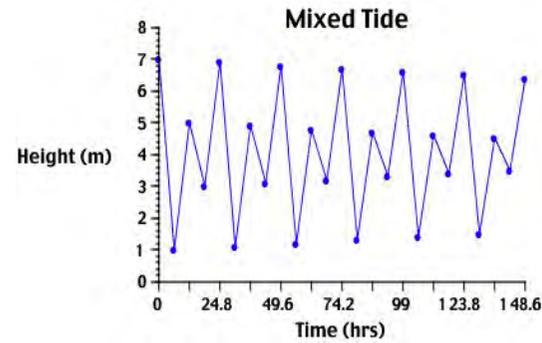


HYDROLOGIC CYCLE

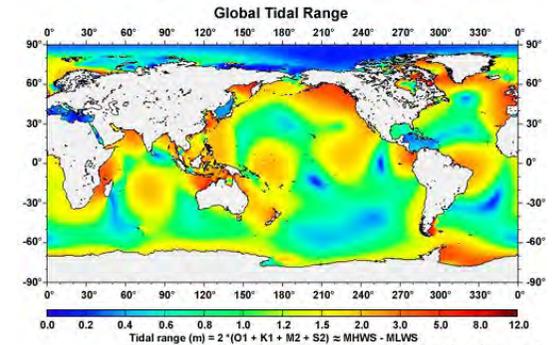
H
(nico-ab-
ndin)



EMERGENT BREAKWATERS



MIXED TIDE



GLOBAL TIDAL RANGE

6.1.4.1. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo A

Los aspectos que más llaman la atención en las ilustraciones Tipo A (icónicas, abstractas y dinámicas) son el carácter gradual de la iconicidad y el dinamismo de los conceptos que representan. La ilustración del nivel especializado (alusiva al concepto SEDIMENT TRANSPORT DIRECTION) trata de representar la línea de costa, si bien simplemente emplea unos cuantos trazos esquemáticos en blanco y negro. En la ilustración del nivel semiespecializado (representativa del concepto BEACH SAND MOVEMENT) se aprecia un mayor grado de iconicidad, pues recurre al uso del color y a las formas onduladas para representar el oleaje. Más notorio es el caso de la ilustración del nivel divulgativo (alusiva al concepto NUTRIENT CYCLING), donde se hace un uso más realista del color y se definen mejor las formas asemejando los elementos visuales a las entidades del mundo.

No obstante, hay que destacar también su carácter dinámico tal y como ponen de manifiesto las flechas y los vectores, lo que permite reflejar la naturaleza dinámica de conceptos que aluden a un movimiento, una dirección o un ciclo, como es el caso.

De ello se deduce que las imágenes Tipo A que hemos extraído de los tres subcorpus mantienen una relación estrecha con el texto, en tanto que entre sus funciones más importantes están *describir* (común a casi todas las imágenes científicas) los conceptos SEDIMENT TRANSPORT DIRECTION, BEACH SAND MOVEMENT y NUTRIENT CYCLING, *concretar* mediante elementos icónicos tales procesos no directamente perceptibles por los sentidos, aunque para ello no reflejen la realidad fielmente, y *organizar* la información mediante la secuenciación de las distintas fases de estos procesos.

6.1.4.2. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo B

Las ilustraciones Tipo B (icónicas, abstractas y no dinámicas) presentan las mismas características que las anteriores a excepción del dinamismo. Podemos observar la misma tendencia de aumento de la iconicidad conforme disminuye el nivel de especialización de los textos.

Mantienen un alto nivel de abstracción, lo que puede ser adecuado en textos especializados, donde son más frecuentes, pero no tanto en textos de divulgación. No obstante, en textos semiespecializados y divulgativos pueden ser necesarias para

representar conceptos complejos como WAVE DISPERSION o ANGULAR SPREADING. Estos conceptos no son demasiado frecuentes en textos con un nivel de especialización más bajo, pero no hay que olvidar la función didáctica de la divulgación científica, que requiere recursos para la recontextualización del conocimiento especializado.

Las funciones más representativas de las ilustraciones Tipo B son *describir* y *definir* los conceptos especializados, pues responden a la función referencial o informativa propia de los textos científico-técnicos altamente especializados. En el caso de la ilustración alusiva a GROIN PARAMETERS, los elementos visuales proporcionan información acerca de los parámetros que determinan la estructura del espigón y el área que protege. Las ilustraciones que representan los conceptos WAVE DISPERSION y ANGULAR SPREADING tratan de definir estos conceptos mediante la visualización de las distintas partes que componen el *fetch*.

Estas funciones ponen de manifiesto el grado de proximidad de estas ilustraciones con respecto al texto, bastante cercano en tanto en cuanto las imágenes Tipo B permiten *reiterar* la información textual con el objetivo de *explicarla* y *complementarla*.

6.1.4.3. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo C

Por su parte, las ilustraciones Tipo C (icónicas, no abstractas y no dinámicas) son especialmente interesantes por ser las más frecuentes en nuestro corpus general de textos científico-técnicos, a lo que contribuye su carácter prototípico en el subcorpus divulgativo y su elevada frecuencia en el subcorpus semiespecializado.

Estas imágenes son un buen ejemplo de la diferencia entre iconicidad e hiperrealismo. Las imágenes Tipo C aparecen sobre todo en los niveles de especialización más bajos con un grado de iconicidad que refuerza el carácter didáctico de los textos divulgativos y evidencia la necesidad de ejemplificar y atraer la atención de los receptores legos y semilegos. Esa función didáctica, prácticamente inexistente en los textos especializados, desaparece en la imagen que alude al concepto SHORELINE HEADLANDS, que destaca por su hiperrealismo.

El hiperrealismo puede dirigir la atención de los receptores legos a aspectos irrelevantes para la comprensión del concepto central; no obstante, puede satisfacer la

demanda comunicativa de los expertos que no necesitan mayor indicación en la ilustración para reconocer el concepto especializado que se pretende transmitir con ella.

En lo que respecta a la abstracción, se va reduciendo progresivamente al disminuir el nivel de especialización del texto. Así, la imagen que representa el concepto SHORELINE HEADLANDS no incluye descripción textual alguna; sin embargo, la cantidad de texto que acompaña a la imagen se incrementa al aumentar la demanda comunicativa de los receptores con menor competencia cognitiva, tal como muestran las imágenes de los conceptos ROCKY SHORE y LITTORAL ZONES.

El dinamismo no está presente en estas imágenes, pues generalmente aluden a entidades con existencia real y no a procesos.

Estas características determinan una relación de las ilustraciones Tipo C cercana al texto, dotándolas de funciones como *ejemplificar*, *concretar* o *inducir perspectiva*, mediante la visualización directa de las entidades que representan (en el caso de las imágenes Tipo C de la Tabla 44, los promontorios, el perfil de una costa rocosa y las partes en que se subdivide la zona litoral). Secundariamente, presentan funciones como *decorar* o *motivar*, que dan cuenta de una relación no tan cercana de algunas de estas ilustraciones (por ejemplo mediante el uso de colores llamativos, tipos de letra atractivos y elementos meramente decorativos como los dibujos de las algas y los corales en la representación gráfica de LITTORAL ZONES). De ahí, deducimos la necesidad de analizar las imágenes en contexto.

6.1.4.4. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo D

Las ilustraciones Tipo D (no icónicas, no abstractas y no dinámicas) no han resultado ser características de ningún nivel de especialización, dado que su frecuencia no es lo suficientemente significativa como para identificar una relación más o menos estable con alguno de nuestros subcorpus. En este sentido, las diferencias entre las imágenes Tipo D que aparecen en los distintos niveles de especialización no son relevantes.

Por consiguiente, estas imágenes suelen representar conceptos muy similares en los tres subcorpus, por lo que su uso, más que por el nivel de especialización del texto, viene determinado por los atributos del concepto que representa. Las imágenes que muestra la tabla anterior representan conceptos como LOW CRESTED STRUCTURES,

COASTAL WETLANDS o WATER DISTRIBUTION, que aluden a las nociones de porcentaje, proporción o distribución. No necesitan, por tanto, recurrir a la iconicidad para representar estas relaciones matemáticas o estadísticas. Por otra parte, no son conceptos demasiado complejos, por lo que su representación gráfica no reviste mayores problemas de comprensión por parte del público general, ni expresan movimiento, por lo que no es necesario recurrir al dinamismo.

Estas características determinan la función de las ilustraciones Tipo D: *condensar* la información, *concentrándola* y sintetizándola en poco espacio. Ello permite, a su vez, *comparar* los datos con la información contenida en el texto y *organizarla* coherentemente de acuerdo con la secuencia narrativa empleada en cada caso. Por ejemplo, la imagen alusiva al concepto LOW CRESTED STRUCTURES presenta la proporción de los distintos tipos de estructuras costeras que existen en Europa en un espacio reducido, sin necesidad de ampliar mucho más la información en el texto, al tiempo que contribuye a distribuir la información en la estructura textual.

6.1.4.5. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo E

En lo que respecta a las ilustraciones Tipo E (no icónicas, abstractas y dinámicas), los ejemplos de la Tabla 43 nos permiten explicar las funciones principales de estas imágenes para representar conceptos como SEAWARD TILTING, GLOBAL AIR CIRCULATION o WAVE GROWTH.

Estos conceptos aluden a nociones abstractas o fenómenos que, si bien se dan en la realidad afectando a entidades materiales, se presentan de una forma inmaterial. Por este motivo, las ilustraciones Tipo E no son icónicas pues adoptan una morfología que las dota de un carácter conceptual, por oposición a las imágenes que habíamos denominado objetuales. Por ejemplo, la ilustración del subcorpus divulgativo, que alude al concepto WAVE GROWTH, representa el proceso por el cual se desarrolla y propaga el oleaje. Directamente no es posible observar tal proceso sino sus efectos en las olas, que son las que se desarrollan y propagan. De forma similar ocurre con SEAWARD TILTING, que hace referencia al grado de inclinación hacia el mar de las estructuras de defensa costera; no podemos observar la inclinación, sino una estructura inclinada a consecuencia de la erosión del mar sobre su base.

Además, las imágenes Tipo E representan conceptos complejos propios de la comunicación entre expertos, lo que hace estas ilustraciones más propias de los textos especializados, pues su nivel de abstracción es elevado. Sin más información que la representada gráficamente por la ilustración de GLOBAL AIR CIRCULATION un receptor lego difícilmente podría identificar el concepto, comprender cómo funcionan los patrones de circulación atmosférica ni reconocer sus posibles implicaciones.

Las imágenes son dinámicas debido a la naturaleza dinámica de los conceptos que habitualmente representan, pues tanto SEAWARD TILTING, GLOBAL AIR CIRCULATION o WAVE GROWTH, aluden a procesos de cambio en el espacio o en el tiempo.

Estas características dan a las ilustraciones Tipo E dos funciones principales: *interpretar y modelar procesos físicos*. Por una parte, contribuyen a interpretar el funcionamiento de los procesos que se dan en el ámbito costero –las causas, los agentes que los llevan a cabo, los efectos, los pacientes a los que afectan y los resultados–. Es el caso de SEAWARD TILTING, donde la imagen permite al experto identificar que la causa de esta inclinación es la erosión, que afecta a estructuras con base de escollera. Por otra parte, permiten crear modelos que recrean el proceso y lo describen como un todo interrelacionado. Sería este el caso de GLOBAL AIR CIRCULATION, en cuya imagen se observa la interacción de los distintos tipos de vientos, que son los que configuran los patrones de circulación atmosférica.

Lógicamente también existen funciones subsidiarias relevantes para la comunicación científica como pueden ser *proporcionar un referente común* para los procesos inmateriales por medio del cual sea posible visualizarlos o *compactar* en un espacio físico reducido la información relativa a procesos que se producen a lo largo del tiempo.

6.1.4.6. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo F

Las ilustraciones Tipo F (no icónicas, no abstractas y dinámicas) no son muy frecuentes en nuestro corpus, de hecho, no aparecen en el subcorpus especializado. Sin embargo, merece la pena comentarlas brevemente, ya que pueden ser útiles para representar algunos conceptos en los subcorpus semiespecializado y divulgativo. Probablemente la escasa frecuencia de estas imágenes se deba a que reúnen una serie de características atípicas, la falta de iconicidad propia de las imágenes de textos especializados y la

escasa abstracción, junto con la presencia de dinamismo, propia de imágenes de textos de niveles de especialización más bajos.

La ilustración alusiva al concepto TIDE aparece en el subcorpus semiespecializado y compara la posición y fases de la Luna en cada uno de los tipos de mareas más frecuentes *neap tide* (marea muerta) y *spring tide* (marea viva). Por el contrario, la ilustración alusiva al concepto TIDE GENERATING FORCE es mucho más esquemática y se centra en la representación de las fuerzas que actúan sobre las masas de agua terrestres y que provocan las mareas, empleando para ellos vectores de dirección.

Entre sí, ambas ilustraciones son bastante parecidas en lo que respecta a la representación del concepto (a excepción del nivel de detalle, mucho más específico en el caso de la imagen del subcorpus semiespecializado). Lo que determina el uso de las ilustraciones Tipo F es, por tanto, la perspectiva desde la que se pretende transmitir la información. En consecuencia, estas imágenes suelen presentar una función meramente *descriptiva*, aunque pueden aparecer funciones como *comparar* (la imagen que representa el concepto TIDE lo hace comparando los dos tipos principales de mareas) o *condensar* (la imagen que representa el concepto TIDE GENERATING FORCE sintetiza muy bien la dirección, el sentido y el valor de las fuerzas que intervienen en la generación de mareas).

De manera secundaria, pueden aparecer funciones que expresan poca relación con el texto como *implicar* al receptor en el tema o simplemente *embellecer* el texto y *hacer más atractiva* su lectura.

6.1.4.7. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo G

En las ilustraciones del Tipo G (icónicas, no abstractas y dinámicas), la característica que más sobresale es el dinamismo. La expresión de movimiento, su elevado nivel de iconicidad y su escasa abstracción hacen este tipo de imágenes propio de los subcorpus semiespecializado y divulgativo, en los que abundan conceptos de naturaleza dinámica, que ha de explicitarse para receptores no expertos.

El grado de iconicidad, a pesar de que las tres imágenes Tipo G que muestra la Tabla 43 han sido consideradas icónicas, es sensiblemente mayor en el subcorpus divulgativo, con respecto al semiespecializado, y en este, con respecto al especializado. Los

conceptos NEARSHORE EROSION, COASTAL PROCESSES y HYDROLOGIC CYCLE, aparecen representados por imágenes objetuales que guardan una relación de semejanza con el referente. El concepto HYDROLOGIC CYCLE permite ubicar los subprocesos implicados en el ciclo del agua en su lugar y su tiempo correspondiente de una manera visual fácilmente reconocible; por el contrario, la imagen que representa el concepto NEARSHORE EROSION incluye muchos elementos gráficos no icónicos que podrían dificultar la comprensión del concepto por un lego. Sin embargo, para salvar este tipo de inconvenientes, los demás elementos formales, así como las funciones de las ilustraciones, contribuyen a rebajar el nivel de abstracción y a hacer explícito el dinamismo de los conceptos especializados.

En las imágenes Tipo G, por su pertenencia tanto al subcorpus divulgativo como al semiespecializado, se dan cita diferentes funciones. En el caso de la imagen del subcorpus especializado, alusiva al concepto NEARSHORE EROSION, la función de *modelar un proceso físico* como la erosión evidencia una relación de la imagen con el texto que va más allá de este. Por su parte, la imagen que representa el concepto COASTAL PROCESSES trata de *concretar* estos procesos *ubicándolos* en el lugar de la costa donde tienen lugar. Finalmente, la imagen del subcorpus divulgativo, que representa el concepto HYDROLOGIC CYCLE, *describe* el ciclo del agua *contextualizando* los subprocesos que lo integran, al tiempo que *decora* el texto.

6.1.4.8. Descripción funcional de las ilustraciones Tipo H

Las ilustraciones Tipo H (no icónicas, abstractas y no dinámicas) son propias del subcorpus especializado, porque es aquí donde más abundan los conceptos complejos; ello no las hace exclusivas de este subcorpus, pues este tipo de conceptos científicos complejos también aparece, aunque en menor proporción en los subcorpus semiespecializado y divulgativo.

Es curioso que, siendo las tres ilustraciones no icónicas, la imagen del subcorpus divulgativo sea la única que representa un concepto que alude a una relación inmaterial como GLOBAL TIDAL RANGE, mientras que las correspondientes a los subcorpus especializado y semiespecializado representan conceptos que aluden a entidades materiales como EMERGENT BREAKWATER o MIXED TIDE. Puede deberse a que estos dos últimos casos reflejen el concepto desde un punto de vista más especializado

centrándose en aspectos de interés para expertos o semilegos y eliminando elementos superfluos e irrelevantes para una comunicación intraprofesional o interprofesional, que en el caso de receptores legos sí pudieran interesar.

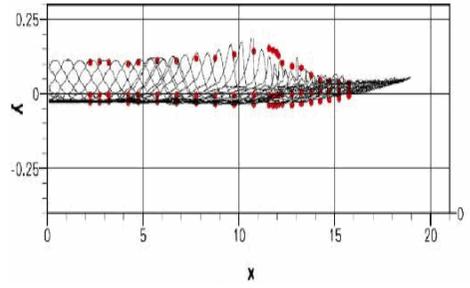
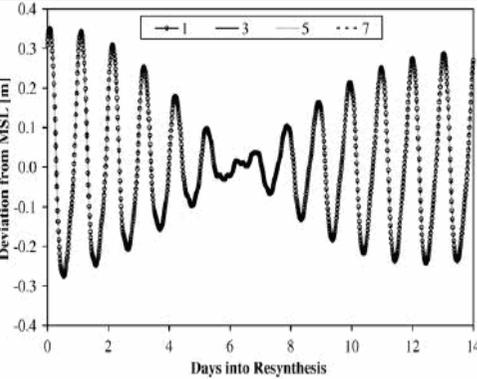
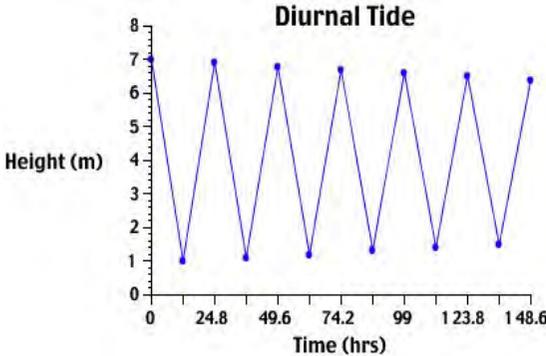
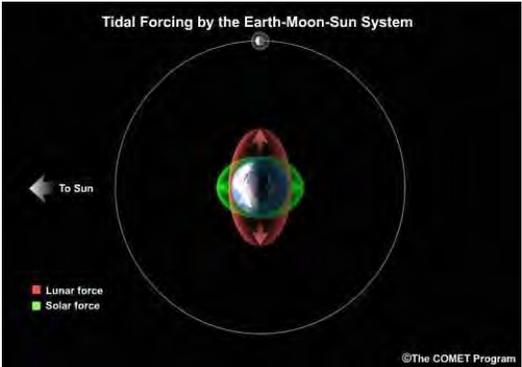
El nivel de abstracción, no obstante, se mantiene alto en los tres casos, pues la esencia compleja del concepto requiere una representación gráfica de este tipo de modo que la comunicación se produzca con eficacia. El dinamismo no está presente entre los atributos de los conceptos representados, de ahí que las imágenes Tipo H adopten una configuración estática.

Este conjunto de características dota a las ilustraciones Tipo H de funciones que expresan una relación que trasciende el texto, pues implica procesos mentales de interpretación, comparación o transformación en los que no interviene el texto. Así, podemos observar una función de *contraste* mediante la cual la imagen del subcorpus especializado compara la evolución de los rompeolas emergentes y los arrecifes naturales. La imagen del subcorpus semiespecializado permite *documentar*, mediante la representación gráfica de medidas, el desarrollo en el tiempo de una marea mixta, facilitando así la *interpretación* del concepto por un receptor semilego. Por último, la ilustración del subcorpus divulgativo, *compara* las diferentes amplitudes de marea que se dan en distintos puntos del planeta. Estas funciones rara vez se presentan solas. Por lo general, suelen estar complementadas por funciones que reflejan una relación cercana con el texto como: *describir*, *explicar*, *definir*, etc.

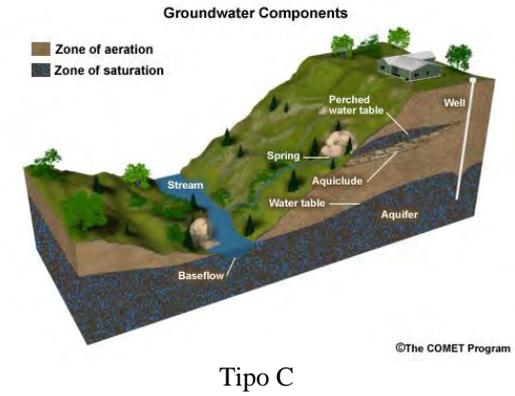
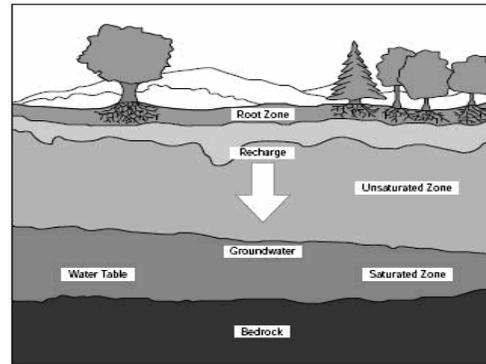
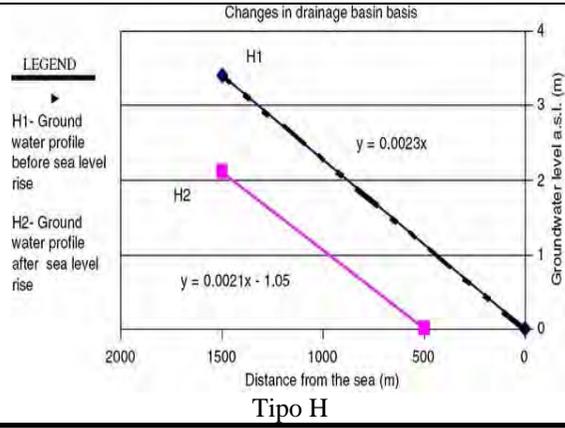
6.1.5. Adaptación de representaciones gráficas según el nivel de especialización del texto

La Tabla 44 muestra tres ejemplos por medio de los cuales vamos a tratar de explicar cómo se adaptan las características morfológicas de ilustraciones que representan el mismo concepto (PLUNGING BREAKER, TIDE y GROUND WATER) con la finalidad de servir el nuevo propósito que se les encomienda en situaciones comunicativas de distinto nivel de especialización.

Tabla 44. Representaciones gráficas para un mismo concepto según el nivel de especialización

CONCEPTO	Nivel especializado	Nivel semiespecializado	Nivel divulgativo
PLUNGING BREAKER	 <p>Tipo H</p>	 <p>Tipo C</p>	 <p>Tipo G</p>
TIDE	 <p>Tipo H</p>	 <p>Tipo H</p>	 <p>Tipo G</p>

GROUND WATER



6.1.5.1. El caso de PLUNGING BREAKER

La ilustración de PLUNGING BREAKER que aparece en el subcorpus especializado muestra, a modo de matriz, la forma de este tipo de rompiente. Para ello, toma como referencia medidas físicas de los distintos puntos de la turbulencia de la rompiente y los representa gráficamente en el diagrama que vemos en la tabla anterior.

El concepto PLUNGING BREAKER alude a una entidad directamente observable en el mundo real, por lo que la forma más habitual de representarlo sería mediante una imagen icónica, tal como ocurre en el caso de los subcorpus semiespecializado y divulgativo. Sin embargo, parece que, en los niveles más elevados de especialización, el conocimiento que transmite la imagen es mucho más específico y fiel a la realidad si esta requiere para su comprensión la interpretación de datos matemáticos y estadísticos.

Esto conlleva además el incremento del nivel de abstracción de la imagen, lo que la hace mucho más efectiva en una situación comunicativa entre expertos, pues prescinde de lo superfluo para representar únicamente los atributos más relevantes del concepto. De hecho, no representa mediante elementos dinámicos el movimiento que expresa el concepto. Consecuentemente, podemos caracterizar la imagen del subcorpus especializado como Tipo H (no icónica, abstracta y no dinámica).

Por el contrario, los niveles más bajos de especialización sí recurren a ilustraciones icónicas y no abstractas; la imagen del subcorpus semiespecializado puede clasificarse como Tipo C (icónica, no abstracta y no dinámica) y la del subcorpus divulgativo como Tipo G (icónica, no abstracta y dinámica).

Aunque las dos son icónicas, puede observarse un mayor grado de iconicidad (que no de realidad) en el caso de la ilustración del subcorpus divulgativo, ya que emplea colores y formas que, sin necesidad de representar de forma fiel y exhaustiva la realidad, permiten reconocer la entidad que representa más fácilmente que la ilustración del subcorpus semiespecializado, que se presenta en forma de fotografía en blanco y negro.

Algo similar ocurre con el nivel de abstracción de ambas ilustraciones. Las dos se han clasificado como no abstractas, pero la ilustración del subcorpus divulgativo resulta más sencilla de comprender que la del subcorpus semiespecializado, pues para la

primera no son necesarios demasiados conocimientos previos, si bien para la segunda el receptor debe ser un semilego con una base de conocimiento en la materia, pues de lo contrario un lego solamente podría visualizar en la imagen conceptos superordinados más genéricos como OLA o MAR.

El dinamismo está presente en la imagen del subcorpus divulgativo mediante las flechas que representan la dirección del movimiento de la rompiente y la forma en que se desploma la cresta, elemento identificativo del tipo de rompiente en cuestión. En la imagen del subcorpus semiespecializado no aparecen elementos dinámicos, por lo que no se expresa el movimiento al que alude el concepto, posiblemente porque se considera innecesario para un receptor semilego hacer explícitos atributos de la esencia del concepto que se dan por supuestos.

6.1.5.2. El caso de TIDE

El concepto TIDE nos permite, llegados a este punto, mostrar mediante un ejemplo la noción de multidimensionalidad de los conceptos especializados en lo que respecta a su relación con el nivel de especialización del texto.

En principio, la multidimensionalidad hace referencia a la forma de representación de un concepto especializado de modo tal que refleje los distintos enfoques desde los que se puede concebir una misma realidad. La representación textual de un sistema de conceptos mediante jerarquías no es la única manera de poner de manifiesto este carácter multidimensional, pues las representaciones gráficas también son susceptibles de transmitir la multidimensionalidad gracias al componente pragmático presente en la información gráfica.

Las ilustraciones de los subcorpus especializado y semiespecializado, por una parte, y la ilustración del subcorpus divulgativo, por otra, evidencian algunas de las formas en que podemos representar gráficamente el concepto TIDE. En el primer caso ha influido la situación comunicativa, que ha propiciado una representación en forma de diagrama, lo que hemos denominado imagen conceptual. Se caracteriza por la ausencia total de iconicidad y, por tanto, se aleja de la entidad real *mareas* para acercarse más a la noción abstracta que representa. Estas dos ilustraciones pertenecen al Tipo H (no icónico, abstracto y no dinámico), pues prescinden de elementos icónicos y elevan su nivel de abstracción.

En el segundo caso, la ilustración del subcorpus divulgativo puede clasificarse como Tipo G (icónica, no abstracta y dinámica), ya que adapta su apariencia formal a las condiciones pragmáticas dadas por la situación comunicativa. Parece mucho más acertada esta imagen para un público lego que las anteriores, en tanto muestra el conjunto de fuerzas del sistema Tierra-Luna-Sol que provoca las mareas.

El dinamismo, ausente en las ilustraciones Tipo H pero presente en la Tipo G, alude al movimiento que implica la subida y bajada del nivel del mar durante los ciclos mareales. En el caso de las ilustraciones Tipo H de los subcorpus especializado y semiespecializado dicho movimiento queda implícito en una sucesión de picos que se distribuyen en el tiempo que refleja el eje horizontal. Es curioso destacar que la imagen del subcorpus semiespecializado no utilice para la medición del tiempo la abreviatura del sistema internacional de pesos y medidas, hora (h en lugar de hrs), algo que no ocurriría en los textos especializados. En la ilustración Tipo G del subcorpus divulgativo, se hace expreso dicho movimiento y se vincula a la atracción gravitatoria del Sol y la Luna.

En ambos casos se han tenido en cuenta las condiciones de recepción de la información gráfica y en función de ellas se decide utilizar un tipo de ilustración u otro, de manera que quede representada la dimensión o el enfoque que se considera más adecuado para dicha situación comunicativa, tal y como venimos destacando a lo largo de este trabajo.

6.1.5.3. El caso de GROUND WATER

Las imágenes alusivas al concepto GROUND WATER son otro ejemplo de los cambios que se producen en la información gráfica en función del nivel de especialización del texto. En este caso lo interesante es observar cómo focalizan distintos aspectos del mismo concepto especializado según la función de la imagen en el texto y de cuáles pueden ser los puntos de interés para los potenciales receptores.

De este modo, la ilustración del subcorpus especializado, de Tipo H (no icónica, abstracta y no dinámica) representa el concepto GROUND WATER a través de los niveles del agua subterránea de una cuenca de drenaje empleando para ello una gráfica bastante compleja de interpretar para quienes no posean un conocimiento medianamente profundo en la materia. El nivel de iconicidad es bajo y el de abstracción elevado.

La ilustración del subcorpus semiespecializado, de Tipo G (icónica, no abstracta y dinámica), se centra en la descripción de los conceptos básicos que se relacionan con el de GROUND WATER: RECHARGE, WATER TABLE, BEDROCK, ROOT ZONE, UNSATURATED ZONE, SATURATED ZONE. Estos conceptos aparecen representados mediante elementos icónicos, lo que contribuye a rebajar el nivel de abstracción con respecto a la imagen del subcorpus especializado haciéndola más asequible a receptores semilegos.

Gracias a la flecha se indica la dirección de recarga de los acuíferos subterráneos y cómo el agua se filtra a través de las distintas capas del suelo. Es manifiesta la función didáctica de la ilustración, ya que trata de transmitir un concepto especializado apoyándose en otros, que quedan también representados y descritos gráficamente.

No obstante, se percibe un mayor nivel de iconicidad en la ilustración correspondiente al subcorpus divulgativo, perteneciente al Tipo C (icónica, no abstracta y no dinámica). Aunque representa los mismos conceptos relacionados como WATER TABLE o ZONE OF SATURATION, añade algunos más como SPRING, AQUICLUDE o AQUIFER y lo hace activando las relaciones conceptuales existentes entre ellos, de modo que resulta más sencilla la comprensión del concepto GROUND WATER.

Precisamente esta activación de relaciones conceptuales es la que permite rebajar el nivel de abstracción de la imagen y hace innecesaria la explicitación del carácter dinámico que se percibía en la ilustración del subcorpus semiespecializado, donde las relaciones conceptuales no son tan evidentes. Así, podemos definir GROUND WATER de la siguiente manera:

subsurface water [IS_A; TYPE_OF] within the zone of saturation [HAS_LOCATION] that fills pore space in rocks and sediments below the water table [HAS_LOCATION] and forms an aquifer [RESULT_OF] under atmospheric or artesian pressure or flows naturally to the Earth's surface via seeps or springs [RESULT_OF].

Esta definición terminográfica permite delimitar claramente el concepto y deriva de la activación de relaciones conceptuales de la ilustración. Podemos decir que la definición anterior es la “transcripción” del contenido semántico de la imagen, esto es, recoge la información que un lego recibiría al visualizar la ilustración de GROUND WATER en el subcorpus divulgativo. No obstante, la cantidad de información que un lego sería capaz de comprender estaría determinada por su conocimiento previo, por lo

que, en la mayoría de los casos, el receptor solo conseguiría una comprensión parcial del concepto, tal y como se recoge en las siguientes definiciones:

- Ground water is underground water that is in the soil or rocks.
- Ground water is free water below the soil surface.
- Ground water means water below the ground surface in a zone of saturation.
- Ground water means all water which occurs below the land surface.
- Ground water is water that infiltrates into the soil and is stored in underground reservoirs called aquifers.

Quiere decir esto que tanto la información textual como la gráfica se complementan perfectamente a la hora de proporcionar una representación multimodal de los atributos y relaciones esenciales de los conceptos especializados que ponga de relieve su carácter multidimensional.

6.1.6. Densidad terminológica

El análisis que acabamos de realizar parece indicar que al disminuir la densidad terminológica de un texto aumenta la densidad gráfica. Se trata de dos aspectos textuales interrelacionados pero no necesariamente inversamente proporcionales entre sí, puesto que, pese a su aparente carácter opuesto, dependen de un mismo factor pragmático: el nivel de competencia cognitiva de los receptores. De este modo, podemos decir que disminuir la densidad terminológica y aumentar la densidad gráfica son dos recursos para aumentar la accesibilidad de los textos de especialidad que permiten acercar el texto a receptores con escaso conocimiento en la materia.

De hecho, podemos tomar un dato estadístico como la *type/token ratio* (TTR) o ratio formas/palabras para determinar la riqueza léxica de los textos de nuestro corpus. Este cálculo muestra la relación entre número de formas diferentes que aparecen en un texto y el número total de palabras que contiene. No obstante, para evitar que esta cifra quede desvirtuada por el menor o mayor número de palabras de un texto, existe una medida denominada *standardised type/token ratio* (STTR) o ratio formas/palabras estandarizada que prorrotea esa relación en cada segmento de 1000 palabras y calcula la TTR media.

Cuanto mayor es la ratio de un texto mayor riqueza léxica posee, ya que incluirá un mayor número de formas diferentes y a la inversa. Se puede entender que una elevada ratio implica un aumento de la variación denominativa con una finalidad didáctica y un

enfoque explicativo, por lo que podemos presuponer que los textos divulgativos mostrarán una ratio mayor.

Tabla 45. Ratio formas/palabras estandarizada

	Subcorpus especializado	Subcorpus semiespecializado	Subcorpus divulgativo	Corpus general
STTR	36,34	39,86	40,81	38,99

La Tabla 45 corrobora la presuposición que acabamos de plantear. La STTR puede ser empleada como dato para medir la riqueza léxica de los textos de especialidad. Teniendo en cuenta que los términos son los elementos textuales que condensan mayor información léxica en los textos de especialidad, podemos utilizar este dato como indicador, que no como medida exacta, para determinar la mayor o menor densidad terminológica de los textos de especialidad.

Por consiguiente, podemos afirmar que la densidad terminológica disminuye al aumentar la STTR y que, en nuestro corpus, aumenta la densidad terminológica a medida que aumenta el nivel de especialización de los textos. Así, los textos especializados presentan una STTR de 36,34, debida a la mayor normalización terminológica a la que están sometidos, los semiespecializados de 39,86 y los divulgativos de 40,81, pues es en los niveles más bajo de especialización donde se encuentran más recursos explicativos que redundan en un incremento de la variación denominativa. De nuevo, son los textos semiespecializados los que muestran una cifra más próxima a la STTR media del corpus general.

Ello muestra que la STTR, como indicador de riqueza léxica, es inversamente proporcional a la especificidad del corpus, pues a mayor especialización menor riqueza léxica.

Cuanto menor es la STTR menor es la riqueza léxica y, presumiblemente, mayor la densidad terminológica, de ahí que los textos más pobres desde el punto de vista léxico sean los más especializados, al tiempo que su elevada densidad terminológica los dota de mayor complejidad. Por el contrario, cuanto mayor es la STTR, mayor es la riqueza léxica y menor la densidad terminológica, de ahí que los textos divulgativos sean los más ricos desde el punto de vista léxico, puesto que son el resultado de procesos de

recontextualización a todos los niveles (véase § 6.1.3.4) para hacer accesible el contenido semántico del texto de especialidad a una audiencia heterogénea.

Como decíamos anteriormente, a menor densidad terminológica y mayor riqueza léxica, mayor densidad gráfica y viceversa. Sin embargo, el aumento de la densidad gráfica entraña un problema añadido, pues las ilustraciones en sí mismas constituyen un obstáculo y una solución para la tan buscada accesibilidad universal, de modo que la presencia cada vez mayor de imágenes en textos de la ciencia y la tecnología demanda soluciones accesibles para las restricciones de recepción impuestas por la propia naturaleza del material gráfico.

6.1.7. Información gráfica y funciones respecto al texto

Podemos afirmar que en cada subcorpus predominan ilustraciones con distintas funciones según su relación más o menos cercana con la estructura textual. En palabras de Marsh y White (2003: 647), las funciones de las imágenes están basadas en “the closeness of the conceptual relationship between image and text”. Es decir, que la función que desempeñan las ilustraciones con respecto a fragmentos de texto relevante varía según el grado de proximidad existente entre imagen y texto.

Así, en el subcorpus divulgativo abundan las ilustraciones que presentan una relación cercana al texto, pues tratan de reproducir el mismo contenido semántico que transmite el texto a través de representaciones gráficas. No obstante, estas se complementan con ilustraciones que presentan una escasa relación con el texto. En los textos divulgativos, la perspectiva didáctica cobra especial relevancia por lo que tan importante es *describir*, mediante definiciones, comparaciones y ejemplos, aún a riesgo de duplicar la información, como proporcionar elementos que *atraigan* al receptor, *captan su atención* y la *dirijan* hacia conceptos claves o fragmentos de texto significativos dentro de la macroestructura textual.

En el caso de los textos semiespecializados, la mayor densidad terminológica y complejidad de los conceptos hacen más acusada la tendencia anterior. En este caso, predominan las ilustraciones con una relación muy cercana al texto y se complementan con imágenes con poca relación con el texto e imágenes que van más allá del texto. Las primeras aún mantienen una cierta importancia en los textos semiespecializados, pues al

dirigirse a semilegos puede ser necesario *motivar* a los receptores para que continúen la lectura de textos generalmente áridos y amenizarla *decorando* el texto con imágenes meramente recreativas. Las segundas son relevantes para la representación de conceptos complejos para cuya comprensión es necesario *relacionar* e *interpretar datos* estadísticos o matemáticos.

En los textos altamente especializados, la densidad y complejidad terminológica alcanzan el *súmmum*, lo que de nuevo cambia las funciones predominantes. En este caso, las ilustraciones con funciones que trascienden el texto son mayoría, ya que permiten *hacer explícitos* procesos y relaciones que no son directamente observables; si bien subsidiariamente se conservan ilustraciones que presentan una relación cercana al texto.

En otras palabras, las ilustraciones con una relación cercana al texto –*reiterar, organizar, relacionar, condensar y explicar*– están presentes en todos los textos de nuestro corpus sea cual sea su nivel de especialización. No hay que olvidar que el corpus recoge exclusivamente textos científico-técnicos, donde la perspectiva puramente informativa constituye el foco textual primario, complementado por focos secundarios como el didáctico o el estrictamente el informativo, que a su vez puede adoptar una perspectiva expositiva o argumentativa.

La particularidad reside en la proporción de estas ilustraciones en función del nivel de especialización de los textos:

- En el subcorpus divulgativo predominan las ilustraciones con una relación cercana al texto, complementadas por ilustraciones menos cercanas (decorar, suscitar emociones, controlar).
- En el subcorpus semiespecializado, predominan las ilustraciones con una relación cercana al texto, complementadas por ilustraciones que trascienden este (interpretar, desarrollar y transformar).
- En el subcorpus especializado, predominan las ilustraciones que trascienden el texto complementadas por ilustraciones con una relación próxima al contenido textual.

En consecuencia, cabe establecer una serie de paralelismos entre las ilustraciones según su grado de proximidad conceptual con el texto y los tipos de imágenes más representativos de nuestra clasificación semiótico-cognitiva para la representación de conceptos especializados procedentes de dominios de la ciencia y la tecnología.

Así, podemos identificar las ilustraciones con una relación cercana al texto con el Tipo C (icónico, no abstracto y no dinámico), que normalmente incluye imágenes objetuales. Las ilustraciones con una relación poco cercana suelen corresponder al Tipo G (icónico, no abstracto y dinámico), puesto que éstas dependen más de la naturaleza del concepto que del texto en sí mismo; agrupa tanto a imágenes objetuales como conceptuales. Finalmente, las ilustraciones que trascienden el texto aparecen bajo la forma del Tipo H (no icónico, abstracto y no dinámico), que incluye principalmente imágenes conceptuales.

6.1.8. Niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo en textos científico-técnicos

Una vez interpretados los datos obtenidos del análisis del corpus podemos responder a una de las cuestiones principales que se han planteado en esta investigación: ¿cómo se comportan los parámetros de iconicidad, abstracción y dinamismo a lo largo de los tres niveles de especialización del corpus general?

En cuanto a la iconicidad, parece que aumenta el número de imágenes icónicas conforme disminuye la especialización; del mismo modo, las ilustraciones icónicas presentes en el subcorpus especializado suelen presentar un menor parecido con el referente debido a la pérdida progresiva de propiedades sensibles conforme aumenta la especialización.

Esto es debido al cambio de función de la imagen que se produce según el nivel de especialización. Cuando la función primordial es el *reconocimiento* de la entidad, como puede ser el caso de las imágenes (generalmente objetuales) de los textos de divulgación, entonces los niveles de iconicidad son más elevados, ya que así se acerca más la representación gráfica a la realidad; por el contrario, cuando la función principal sea la *informativa*, como en el caso de las imágenes de los textos especializados, generalmente conceptuales, los niveles de iconicidad decrecen considerablemente, ya

que la abstracción es mayor y lo que se prima es favorecer una conceptualización rápida y eficaz. Cuando la función artística o decorativa es la predominante, los niveles de iconicidad pueden oscilar.

La transición existente en las proporciones que estas imágenes muestran en el subcorpus semiespecializado y el subcorpus divulgativo pone de manifiesto la existencia de un *continuum* de ilustraciones en textos científico-técnicos. Si tomamos los Tipos C, G y H como los más representativos (dada su frecuencia) de los textos de especialidad, tal y como ha quedado demostrado, y analizamos sus respectivas proporciones a lo largo de cada uno de los tres subcorpus podemos inferir la estructura del modelo de uso de ilustraciones.

Las ilustraciones Tipo H son las más frecuentes en el subcorpus especializado con una diferencia sobre los demás tipos bastante sobresaliente. En el subcorpus semiespecializado, las ilustraciones Tipo H quedan relegadas a la segunda posición, tras las Tipo C, que ocupan el primer puesto. En tercer lugar se encuentran las Tipo G. No obstante, aunque el primer puesto en el subcorpus divulgativo es para el Tipo C, los otros dos tipos invierten su posición, quedando el Tipo G en segunda posición y el Tipo H en tercera.

El análisis llevado a cabo en este trabajo supone en sí mismo una aproximación metodológica para el estudio de la información gráfica en textos de especialidad que describiremos a continuación a través del caso práctico del concepto WAVE.

6.1.9. Información gráfica y accesibilidad

Las ilustraciones deben ser objeto de análisis por parte de aquellos que pretenden desarrollar protocolos de actuación que proporcionen estrategias encaminadas a mejorar la accesibilidad web (véase § 2.4.3.2). Por una parte, las imágenes deben hacerse accesibles a receptores con discapacidad visual o con capacidades visuales y lectoras mermadas, al tiempo que pueden ser la solución para hacer accesible el audio de una web para personas con discapacidad auditiva. Sea como fuere, los comunicadores especializados deberían estar sensibilizados con la accesibilidad de contenidos, especialmente cuando trabajan en entornos multimedia, con la finalidad de llegar al mayor número de receptores posibles (W3C 2005; Prieto, Tercedor y López 2007).

La accesibilidad, en cualquier caso, no se dirige exclusivamente a personas con discapacidad sensorial sino que, por ejemplo, debe estar al servicio de personas con menor competencia cognitiva en una materia. En este sentido, los comunicadores especializados deben ser conscientes de las implicaciones que conlleva transmitir contenidos de especialidad a según qué público, pues los recursos empleados para representar el conocimiento difieren en función de la situación comunicativa y el nivel de especialización de los receptores.

El atributo alt constituye un medio eficaz para incrementar la accesibilidad del texto mediante la descripción textual del material gráfico de los documentos multimedia. Sin embargo, en nuestro análisis de corpus hemos podido comprobar que no se hace un uso extensivo del atributo alt y que las descripciones que ofrece cuando aparece activado no cumplen con las recomendaciones del W3 Consortium. En muchas ocasiones se ofrece la misma descripción para dos imágenes diferentes del mismo documento, la descripción no es demasiado informativa o no refleja los aspectos relevantes de la imagen ni su función sino que repite el título o el pie de foto.

El modelo de ilustraciones que pretendemos diseñar en este trabajo se debe, por tanto, al uso que hacen los expertos de las diferentes formas de información gráfica y debe contemplar la accesibilidad como criterio básico que ha de regir el empleo de uno u otro tipo de ilustración.

6.2. Hacia un protocolo de análisis de información gráfica: el caso de WAVE

La metodología propuesta en este trabajo hace referencia a la noción pragmática de *adecuación* en la que hemos estado incidiendo constantemente. Desde un punto de vista descriptivo, una imagen es adecuada en una situación comunicativa concreta si presenta los niveles de iconicidad, abstracción y dinamismo requeridos para favorecer una comunicación eficaz y representar efectivamente las características esenciales del concepto.

Por decirlo de otro modo, una ilustración alusiva al concepto ROMPIENTE en un texto altamente especializado se considera adecuada, y en consecuencia aceptable, si logra transmitir eficazmente su contenido semántico a un experto. En cambio, la misma

ilustración probablemente no sería efectiva en la comunicación con un receptor lego, por lo que sus componentes morfológicos y su función sintáctica deberían reformularse para ser adaptados a las condiciones pragmáticas de la nueva situación comunicativa.

De hecho, un análisis sistemático de las ilustraciones en textos de especialidad puede ser muy informativo de los criterios seguidos para su inclusión en el texto. Este protocolo se basa en las actividades que conlleva la categorización de conceptos: *a)* formular una descripción estructural de la entidad; *b)* encontrar en el lexicón categorías similares a dicha descripción; *c)* seleccionar el tipo de representación más adecuado; *d)* realizar inferencias en relación con la entidad; *e)* almacenar información acerca de la categorización de la entidad. Comprende cinco actuaciones basadas en estas actividades que pretenden servir de guía a la hora de analizar la información gráfica presente en textos científico-técnicos:

1. Identificar los conceptos pertinentes de un dominio de especialidad.
2. Ubicar los conceptos en las categorías de la estructura conceptual del dominio.
3. Clasificar las imágenes de acuerdo con nuestra tipología.
4. Analizar las concordancias en busca de información gráfica.
5. Interrelacionar concepto e imagen (en términos de adecuación).

Para ilustrar esta metodología de corpus centraremos nuestro análisis en la información gráfica asociada a términos que activan uno de los conceptos más relevantes en el corpus, según indica la frecuencia del lexema *wave*, que constituye el elemento central del subevento oleaje. Para este análisis es necesaria una herramienta de corpus.

6.2.1. Identificación de conceptos pertinentes

En primer lugar, es preciso generar listas lematizadas de palabras a partir de los textos del corpus. Habitualmente, la frecuencia léxica determina la pertinencia de un concepto y su mayor o menor relevancia dentro de la estructura conceptual subyacente al dominio de especialidad al que pertenecen los textos. La Tabla 46 muestra la comparación de los 15 lexemas más frecuentes en los subcorpus especializado, semiespecializado y

divulgativo, y señala el valor predominante del concepto WAVE, que utilizaremos para ejemplificar nuestro protocolo de análisis.

Tabla 46. Comparación de listas de palabras lematizadas

Nº	Subcorpus especializado		Subcorpus semiespecializado		Subcorpus divulgativo	
	Palabra	Frec. relativa (%)	Palabra	Frec. relativa (%)	Palabra	Frec. relativa (%)
1	WAVE	1,06	WATER	0,58	WATER	1,38
2	MODEL	0,52	WAVE	0,43	WAVE	0,64
3	COASTAL	0,42	COASTAL	0,37	TIDES	0,60
4	SEDIMENT	0,31	AREAS	0,36	OCEAN	0,47
5	BEACH	0,29	WIND	0,30	CURRENTS	0,37
6	WATER	0,27	SURFACE	0,29	SURFACE	0,33
7	USED	0,26	SEA	0,25	SEA	0,32
8	DATA	0,23	HIGH	0,23	COASTAL	0,31
9	STRUCTURE	0,22	OCEAN	0,23	HIGH	0,28
10	CURRENT	0,22	OIL	0,22	WIND	0,26
11	HIGH	0,21	SAND	0,21	USED	0,25
12	RESULTS	0,20	LEVEL	0,20	BEACH	0,24
13	WIND	0,20	BEACH	0,19	AREAS	0,23
14	SHORELINE	0,20	CURRENTS	0,19	CHANGES	0,22
15	TIME	0,20	ENERGY	0,19	ENERGY	0,22

Escogemos el concepto WAVE por ser el más relevante de los tres subcorpus, puesto que el término que lo representa está entre las unidades léxicas más frecuentes. Aunque en el subcorpus semiespecializado y en el divulgativo, el lexema más frecuente es *water*, este puede resultar poco preciso, pues su significado especializado no difiere en gran medida de su significado general. No obstante, si echamos un vistazo a las definiciones de *wave* en el *Collins Cobuild English Dictionary* (CCED) y en el glosario de la International Erosion Control Association (IECA, www.ieca.org) podemos advertir grandes diferencias en cuanto al nivel de especificidad de la definición.

CCED: a wave is a raised mass of water on the surface of water, especially the sea, which is caused by the wind or by tides making the surface of the water rise and fall.

IECA: an oscillatory movement of water on or near the surface of standing water in which a succession of crests and troughs advance while particles of water follow cyclic paths without advancing.

Las listas de palabras lematizadas constituyen una importante fuente de información para determinar las unidades terminológicas pertinentes del dominio de la Gestión integrada de zonas costeras. La información léxica que proporcionan estas listas permite reconocer unidades terminológicas monoléxicas y componentes de unidades

terminológicas pluriléxicas. Su comparación permite, al mismo tiempo, establecer los paralelismos y diferencias en cuanto a la frecuencia de los términos en cada uno de los subcorpus.

6.2.2. Categorización de los conceptos especializados

En segundo lugar y partiendo del conjunto de categorías conceptuales especificadas en el CEE (véase la Ilustración 3), es posible agrupar la mayoría de los conceptos mostrados en las listas de palabras en categorías semánticamente relacionadas, dando lugar al subevento del oleaje (véase la Ilustración 5).

Tabla 47. Organización de conceptos en categorías

	Categoría	CONCEPTOS
Subevento oleaje	Agente	WIND.
	Proceso	WAVE; CURRENT; TIDE.
	Paciente/Resultado	WATER; BEACH; STRUCTURE; SHORELINE; COASTAL; SEDIMENT; AREA; SURFACE; SAND; SEA; OCEAN.
	Descripción	HIGH; TIME; LEVEL; ENERGY.

En la Tabla 47 podemos observar que las categorías del CEE siguen siendo válidas para los conceptos de nuestro corpus y que son útiles a la hora de identificar las interrelaciones existentes entre los diferentes conceptos especializados. Esto pone de manifiesto que el área de conocimiento representada en el subevento oleaje es un dominio de especialidad subordinado y más específico que el CEE, del que hereda sus categorías y principales relaciones, tal y como postulaba la Gestión terminológica orientada al proceso (GTOP).

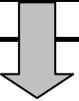
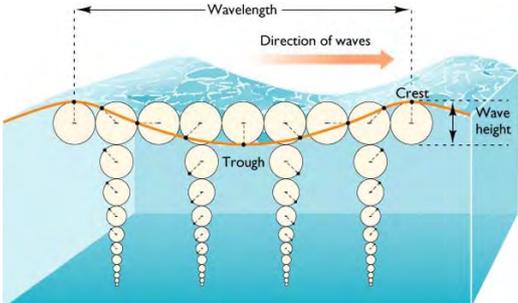
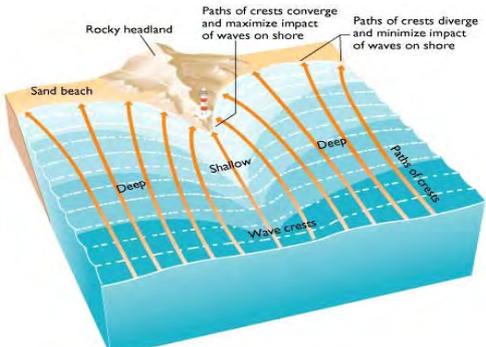
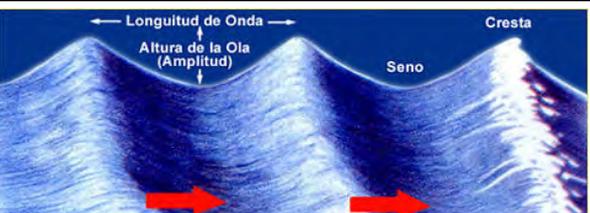
Una vez que hemos ubicado cada concepto en su posición correspondiente, es posible activar las relaciones conceptuales que constituyen el esquema definicional, como muestra la Tabla 48.

Tabla 48. Marco definicional de MOVIMIENTO OSCILATORIO

MOVIMIENTO OSCILATORIO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ [IS_A] ▪ [RESULT_OF] ▪ [HAS_LOCATION] ▪ [AFFECTED_BY] ▪ [HAS_DESCRIPTION]

La importancia de activar estas relaciones conceptuales radica en que la información gráfica, como vehículo de representación del conocimiento especializado, debe reflejarlas tal y como lo hacen los términos, vinculando de este modo información gráfica y lingüística.

Tabla 49. Convergencia de información gráfica y lingüística para el concepto WAVE

<p>OLA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ movimiento oscilatorio [IS_A] ▪ superficie marina [HAS_LOCATION] ▪ acción del viento [RESULT_OF] ▪ nivel del mar, profundidad del agua [AFFECTED_BY] ▪ longitud, período, peralte, velocidad, amplitud [HAS_DESCRIPTION] 	
<p>OLA</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ movimiento oscilatorio [IS_A] ▪ superficie marina [HAS_LOCATION] 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ acción del viento [RESULT_OF] 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ nivel del mar, profundidad del agua [AFFECTED_BY] 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ longitud, período, altura, amplitud [HAS_DESCRIPTION] 	

La Tabla 49 recoge imágenes que activan las relaciones conceptuales clave para la descripción de las características esenciales del concepto WAVE. La primera imagen representa relaciones como IS_A o HAS_LOCATION, pues en ella, a través de su carácter icónico y dinámico, el receptor visualiza el tipo de movimiento que tiene lugar en la ola y su ubicación en la superficie de una masa de agua. La segunda activa la relación HAS_AGENT o RESULT_OF y permite reconocer fácilmente, gracias a su bajo nivel de abstracción, la acción del viento como agente generador del oleaje. La tercera imagen muestra los cambios que se producen en la trayectoria de las olas en función de la profundidad del agua, activando la relación AFFECTED_BY. Por su parte, la cuarta imagen hace hincapié en algunos de los parámetros definitorios de la ola, la longitud, la altura y la amplitud en virtud de la relación HAS_DESCRIPTION.

6.2.3. Clasificación de imágenes según la tipología

Por seguir con esta metodología y teniendo en cuenta nuestra tipología de información gráfica, podemos sistematizar la caracterización de cualquier tipo de ilustración con independencia del concepto que represente y del nivel de especialización del texto del que forma parte.

Para ello solo hay que determinar los niveles de iconicidad y abstracción presentes en la ilustración, así como la presencia o ausencia de elementos dinámicos que sugieran movimiento. De esta clasificación se derivan las etiquetas que, posteriormente, serán introducidas en el texto, con el objetivo de facilitar la recuperación de información conceptual y pragmática a través de la generación de líneas de concordancia.

6.2.4. Análisis de concordancias

En tercer lugar, nuestro análisis pasa por generar líneas de concordancia (como las que muestra la Tabla 50) con el objetivo de examinar los tipos de imágenes más frecuentes para un determinado concepto.

No obstante, para llevar a cabo esta operación es necesario etiquetar previamente imágenes y conceptos, tal y como hemos hecho en nuestro estudio de corpus. El etiquetado es una fase imprescindible puesto que las herramientas de corpus actuales no permiten trabajar con material gráfico. La inserción de etiquetas para los conceptos en el texto contribuye a hacer explícita la relación existente entre concepto e imagen, que

también será objeto de análisis. Con este fin, las descripciones textuales, los pies de foto, el texto incrustado, los títulos, etc. proporcionan información útil para identificar el concepto al que la imagen hace referencia. Por su parte, las etiquetas para caracterizar imágenes, como <nico-ab-din>, permiten recuperar información acerca de las características esenciales de la información gráfica. En este caso, la etiqueta indicaría el bajo nivel de iconicidad de la imagen, un nivel alto de abstracción y su carácter dinámico.

Para poder recuperar líneas de concordancia pertinentes para nuestro análisis, la palabra de búsqueda será IMG*, que es el elemento común que encabeza todas las etiquetas de imagen, especificando *wave** como palabra en contexto. Esta ecuación de búsqueda nos permitirá recuperar todos los tipos de imagen (A, B, C, D, E, F, G y H) cuyas etiquetas conceptuales contengan palabras como *wave* o *waves* siguiendo un criterio de proximidad.

Tabla 50. Concordancias sobre la relación entre representación gráfica y concepto especializado

1	waves and currents.	<WAVE DISPERSION>	<IMGB-ico-ab-ndin>	WAVE DISPE
2	(1987)	<DEEP WAVE POWER RESOURCES>	<IMGB-ico-ab-ndin>	Figure 15.1: Global D
3	et.htm	<LIMPET WAVE POWER STATION>	<IMGB-ico-ab-ndin>	>>View
4	sea conditions.	<BENDING WAVES>	<IMGB-ico-ab-ndin>	When wave front
5	ab-ndin>	<TRANSITION ZONE WAVE SPEED>	<IMGB-ico-ab-ndin>	<WAVE SPEEDS> <IMGB-i
6	<UNIDIRECTIONAL RANDOM WAVE PATTERN>	<IMGB-ico-ab-ndin>	<IMGB-ico-ab-ndin>	Fig. 4. (a) General v
7	NDIVIDUAL VS. SIGNIFICANT WAVE PERIOD>	<IMGB-ico-ab-ndin>	<IMGB-ico-ab-ndin>	Back to Top3.3.2 Bret
8	979) Wave height	<WAVE HEIGHT>	<IMGB-ico-ab-ndin>	Although early
9	e (1800 UTC, 2200 LT)	<STRIKING WAVE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Yikes! I just got o
10	akes is about 3-5 kW/m.	<OCEAN WAVE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Ocean Wave Wave ene
11	re rare.	<OCEAN WAVE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	How it works
12	shoreline erosion	<WAVE CUT PLATFORM>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Wave cut platform ca
13	le of beach growth and loss.	<CLIFFS>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Net wave transport
14	s to low waves.	<WAVE REFRACTION>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Wave ref
15	breaking on rocks	<PLUNGING BREAKER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Plunging wave or dum
16	<SINUSOIDAL WAVE; TROCHOIDAL WAVE>	<IMGC-ico-nab-ndin>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Page: 1 2 3
17	d along the shore.	<COASTAL FEATURES>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Wave Erosion Coast
18	ase of the wave.	<SPILLING BREAKER>	<IMGC-ico-nab-ndin>	Spilling type of su
19	[edit] Wave formation	<WAVE SPRAY>	<IMGC-ico-nab-ndin>	A wave creating spra
20	ergy.	<WAVE CHANNELING; WAVE ENERGY>	<IMGC-ico-nab-ndin>	One way to harness w
21	ve-wave interaction.	<RIP CURRENT>	<IMGC-ico-nab-ndin>	
22	tive wave crests.	<WAVE ANATOMY>	<IMGD-nico-nab-ndin>	Photo courtes
23	Viewing Tides as Waves	<TIDAL WAVE>	<IMGE-nico-ab-din>	Click to open animati
24	5N 52E] <WAVE HEIGHT; WAVE DIRECTION>	<IMGE-nico-ab-din>	<IMGE-nico-ab-din>	I pulled up the curr
25	of tidal wave	<DEPOSITION PATTERNS>	<IMGF-nico-nab-din>	Fig. 4 Deposition pa
26	Science of waves	<OCEAN WAVE MOTION>	<IMGF-nico-nab-din>	Motion of a particle
27	above).	<IDEAL OCEAN SURFACE WAVE>	<IMGG-ico-nab-din>	Actual ocean w
28	ed by the oil.	<STORM WAVE ATTACK>	<IMGG-ico-nab-din>	Figure 1-10. Schemati
29	<FLOODING; STORM SURGE; WAVE RUNUP>	<IMGG-ico-nab-din>	<IMGG-ico-nab-din>	
30	efore the storm	<STORM WAVE ATTACK>	<IMGG-ico-nab-din>	During the stor
31	s along the wave.	<WAVE PROGRESSION>	<IMGG-ico-nab-din>	Bascom describe
32	ne of the coast).	<WAVE REFRACTION>	<IMGG-ico-nab-din>	Wave trains also may
33	<TIDAL WAVE CREST; SHALLOW WATER>	<IMGG-ico-nab-din>	<IMGG-ico-nab-din>	Several important thi
34	selves.	<WAVE-WAVE ENERGY TRANSFER>	<IMGG-ico-nab-din>	Click here to see a w
35	point A.	<WAVE-WAVE ENERGY TRANSFER>	<IMGG-ico-nab-din>	Click here to see a w
36	<DEEP-WATER WAVE; SHALLOW-WATER WAVE>	<IMGG-ico-nab-din>	<IMGG-ico-nab-din>	Method of Genera
37	2001 161-182	<LONG WAVE EQUATION>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 12. Singulariti
38	Ayling, 1975.	<WAVE EXPOSURE ZONING>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Wave exposure

39	(2005) 23-38	<STEEP WAVE STATISTIC>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 12. (a) Steep w
40	[ship at 16N 55E]	<WIND; WAVE HEIGHT>	<IMGH-nico-ab-ndin>	After a rest, I'm ba
41	YD = 87)	<SIGNIFICANT WAVE HEIGHTS>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 5. The measured
42	mation with a	<STEEP WAVE STATISTIC>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 11. Steep wave
43	NCIDENT AND REFLECTED WAVE AMPLITUDES>	<IMGH-nico-ab-ndin>		Fig. 2. Cross-shore
44	<AVERAGED SIGNIFICANT WAVE HEIGHT>	<IMGH-nico-ab-ndin>		Figure 4. Monthly av
45	tors.	<CETO WAVE POWER GENERATION>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Find o
46	<COEFFICIENT b2,6; WAVE STEEPNESS>	<IMGH-nico-ab-ndin>		Fig. 6. Same as Fi
47	<COEFFICIENT b2,6; WAVE STEEPNESS>	<IMGH-nico-ab-ndin>		Fig. 4. Coefffici
48	p current.	<WAVE CLIMATE HISTORY>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Wave cli
49	pth.	<SURGE WAVE FORCE>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Fig. 4. Changc in
50	ot of gL/2.	<DEEP WATER WAVE SPEED>	<IMGH-nico-ab-ndin>	Therefore, any

Las etiquetas de imagen que aparecen en las concordancias de la Tabla 50 muestran la existencia en nuestro corpus general de 14 imágenes pertenecientes al Tipo H, 13 al Tipo C, 10 al Tipo G, 8 al Tipo B, 2 al Tipo F, 2 al Tipo E, 1 al Tipo D y ninguna al Tipo A. Aunque estos datos serían mucho más significativos siendo analizados en el conjunto de un corpus especializado más amplio, tal y como hemos hecho en nuestro estudio, es interesante examinar la relación entre los diferentes tipos de imágenes que muestran las concordancias y sus conceptos asociados. Centrémonos, en cuarto lugar, en los Tipos H y C como los ejemplos más claros de nuestra clasificación por estar contrapuestos.

Las imágenes Tipo H no presentan niveles de iconicidad elevados, son bastante abstractas aunque carentes de dinamismo. Desde un punto de vista pragmático, podemos identificarlas como ilustraciones características de los textos especializados y altamente especializados, ya que normalmente aparecen vinculadas a conceptos abstractos que aluden a magnitudes cuantificables, datos estadísticos y relaciones físicas, químicas y matemáticas. Las concordancias ponen de manifiesto conceptos que respaldan esta afirmación: LONG WAVE EQUATION, STEEP WAVE STATISTIC, WAVE HEIGHT, WAVE STEEPNESS O WAVE AMPLITUDE.

En cambio, las imágenes Tipo C son icónicas, muestran un escaso nivel de abstracción y carecen de dinamismo. Pragmáticamente, son más proclives a aparecer en textos destinados a un público lego en tanto que sus características normalmente tratan de describir gráficamente los atributos que constituyen la esencia de los conceptos especializados, de modo sencillo y utilizando recursos explicativos. De este modo, incrementan la accesibilidad y los ponen al alcance de receptores con una competencia cognitiva en la materia no muy desarrollada. Entre tales conceptos, se encuentran algunos bastante concretos como STRIKING WAVE, OCEAN WAVE, RIP CURRENT, PLUNGING BREAKER O WAVECUT PLATFORM.

Aunque en la Tabla 50 no pueda apreciarse, las concordancias generadas indican la pertenencia de los diferentes tipos de ilustraciones a uno u otro subcorpus, lo que permite ratificar las anteriores afirmaciones.

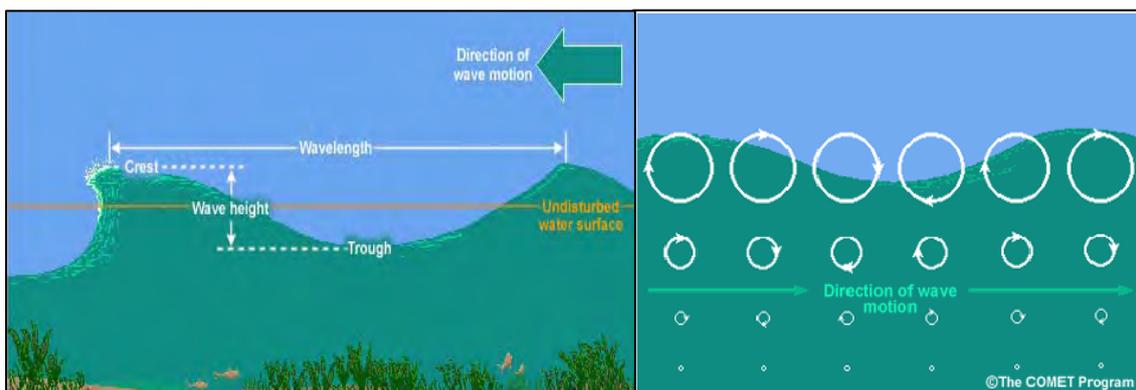
6.2.5. Interacción texto e imagen

La tabla que presentamos a continuación muestra un texto ilustrado que podría ser objeto de un análisis para prever la efectividad de la comunicación o, por ejemplo, para facilitar la gestión de la información gráfica de cara a una posible traducción del texto.

Hay que señalar que los textos que forman parte de los ejemplos de la Tabla 51, Tabla 52 y Tabla 53 proceden del subcorpus divulgativo. La fuente de la que emanan (University Corporation for Atmospheric Research) proporciona una escala de dificultad de contenidos del 0 al 3, donde 0 = para receptores no científicos; 1 = nivel básico; 2 = nivel intermedio; 3 = nivel avanzado. En dicha escala, estos textos se clasificaron como de nivel 1.

Tabla 51. Ejemplo de análisis de información gráfica

The life cycle of a wave starts when the wind interacts with the water surface and begins to create a disturbance. Here the wave is born and begins to develop. The wave grows and begins to move as the wind continues its forcing. Eventually the wave moves outside of the area of initial wind forcing and propagates across the water until breaking on a distant shore. Except for tides and tsunamis, nearly all waves are born from wind blowing over and interacting with the water surface.



This module will discuss the process of wind-wave generation and the factors that limit wave growth. Wave propagation and dispersion will be covered in the third module of this series. As discussed in the first module of the Wind and Waves series titled Wave Types and Characteristics, the main parts of a wave are its height, length, and period. The height is the distance between the wave's trough and crest. The length is the distance between two troughs or crests. The period is the time it takes for the wave length to pass by a point.

Source: Wave Life Cycle I: Generation. University Corporation for Atmospheric Research.

A la hora de traducir el texto sobre generación del oleaje de la Tabla 51, el traductor debe entender la ilustración como parte integrante de la estructura textual y, por tanto, susceptible de transmitir información especializada, como es el caso. Siendo consciente de este extremo, el traductor puede extraer una gran cantidad de información a partir del material gráfico inserto en el texto. En consecuencia, se hace necesario llevar a cabo un análisis de la función sintáctica y del contenido semántico que permita determinar si la imagen es meramente un elemento decorativo o si, por el contrario, tiene un papel protagonista en el marco textual al que pertenece.

1. El traductor comprueba que la imagen muestra todos los conceptos básicos relacionados con WAVE (CREST, TROUGH, HEIGHT, WAVELENGTH, MOTION y DIRECTION). La descripción lingüística y la frecuencia de determinados términos corroboran la centralidad que poseen estos conceptos con respecto al dominio de especialidad. Elementos simbólicos, como las flechas o las cotas, indican la relación matemática existente entre los distintos conceptos, determinan la distancia o tramo que incluye un concepto y señalan la dirección del movimiento. Como resultado, el traductor puede recrear una imagen mental que muestre gráfica y virtualmente este fenómeno en su mente.
2. El traductor debe determinar el nivel de especialización del texto para reconocer los condicionamientos pragmáticos que rodean la situación comunicativa de su encargo de traducción, pues este será el criterio principal que le guiará a la hora de valorar la adecuación de la imagen. Frases aclaratorias como “The life cycle of a wave starts when the wind interacts with the water surface and begins to create a disturbance” o “nearly all waves are born from wind blowing over”; pasajes de texto sobre la organización temática como “This module will discuss”; o definiciones como “The length is the distance between two troughs or crests” revelan el uso de un registro explicativo que probablemente procure dirigir la carga conceptual y su contenido semántico a receptores legos.
3. La imagen presenta un elevado nivel de iconicidad gracias a sus rasgos morfológicos de carácter realista (colores, formas, tamaño y proporciones). No obstante, el nivel de abstracción es bajo de modo que un receptor lego pueda sin demasiada dificultad aprehender los conceptos representados gráficamente y

comprender cuál es el papel del oleaje dentro de la dinámica oceánica y en el marco de la Gestión integrada de zonas costeras. En lo que respecta al dinamismo, la ilustración presenta una configuración dinámica de los conceptos, que constituyen un todo interrelacionado, gracias al uso de flechas con el fin de destacar el ciclo de las olas y del movimiento del agua generado por estas.

4. Por consiguiente, podemos clasificar la ilustración que vemos en la Tabla 51, aunque presentada en dos partes, dentro del Tipo G: icónica, no abstracta y dinámica. Si comparamos esto con los resultados de nuestro estudio de corpus, podremos determinar que esta imagen es adecuada, pues es el segundo tipo más frecuente en el subcorpus divulgativo.
5. Por último, la imagen activa las características propias del Tipo G para satisfacer las restricciones de índole pragmática dadas por una situación comunicativa de divulgación. Un receptor lego habitualmente espera representaciones gráficas icónicas que le muestren las entidades del mundo real a las que aluden, de modo que puedan reconocerlas y comprender así más fácilmente los conceptos especializados empleados en el texto. Esto justifica la proliferación de imágenes no abstractas en textos divulgativos. El dinamismo es un rasgo requerido por las características esenciales del concepto, por ejemplo, el carácter cíclico del oleaje.

En resumen, esta imagen parece adecuada en el contexto de la situación comunicativa de la que forma parte. Sin embargo, podemos encontrar también el caso contrario de imágenes que no se adecuan al texto. Lo ilustraremos con el ejemplo de la Tabla 52.

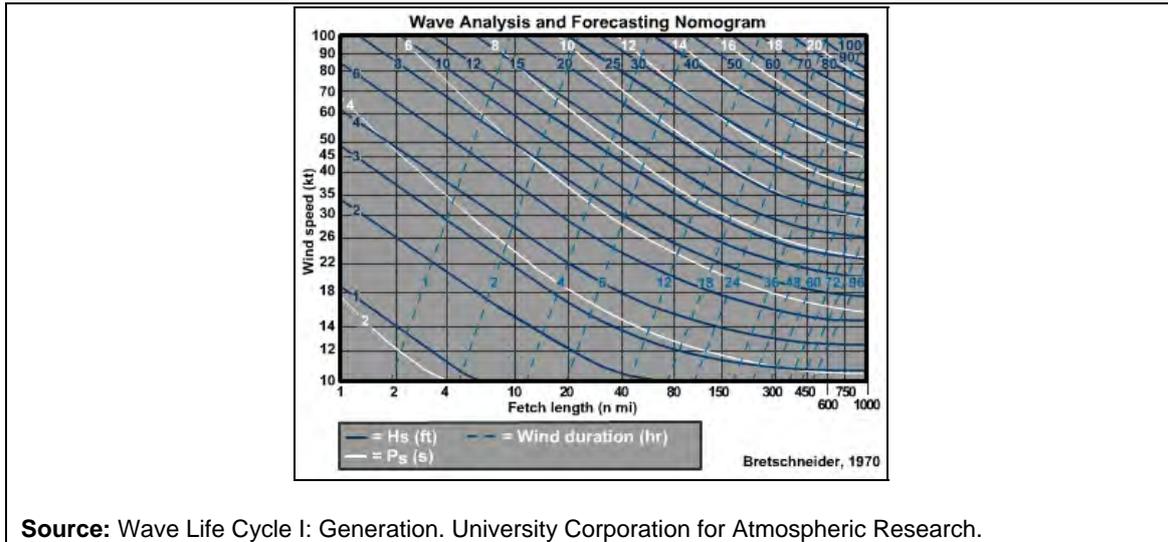
Tabla 52. Ejemplo de información gráfica no adecuada

There are three basic components to wave growth:

1. Wind speed
2. Fetch or fetch length
3. Duration

Fetch is the distance over which the wind blows from a constant direction and at a constant speed. Duration is how long the wind affects that distance. This module will discuss how fetch and duration relate to wave growth in deep water. Shallow water wave processes will be discussed in a separate module.

The Wave Analysis and Forecasting Nomogram quantitatively illustrates the relationship between wind speed, wind duration, fetch length, and wave growth. Wind speed is charted on the y-axis and fetch length on the x-axis. Contour lines represent wind duration, wave height and wave period. The nomogram will be used throughout this module to help easily visualize these types of relationships.



Sin embargo, la ilustración no parece adecuarse a dicho nivel de especialización, pues si bien un lego podría comprender sin demasiada dificultad el texto, no podría hacer lo mismo con la imagen. La ilustración de la Tabla 52 no es icónica puesto que el parecido del nomograma con el concepto representado (la relación entre la velocidad del viento y la longitud del *fetch*) es mínima, por no decir nula. Rara vez una imagen conceptual posee rasgos icónicos, ya que no tiene referente en la realidad al que asemejarse.

El grado de abstracción que requiere la imagen para comprender su contenido semántico es elevado, lo que hace que no esté al alcance de receptores legos, quienes por mucho esfuerzo que dediquen a interpretar la imagen carecen del conocimiento experto necesario para ello. Aunque el texto incluye una breve aclaración de la nomenclatura empleada en la imagen y de los elementos que componen la leyenda, esta información no parece suficiente para interpretar el contenido semántico de la imagen, ya que únicamente permite comprender algunos elementos formales de la ilustración, dejando otros al margen.

Un receptor lego, en principio, quizá pueda saber que la velocidad del viento se mide en nudos (*knots*), pero no que H_s y P_s hacen referencia a la altura y al período de la ola respectivamente. Ese amasijo de líneas de diferente color y de valores sobrepuestos podrá proporcionar una gran cantidad de información especializada a aquellos receptores capaces de interpretar los datos representados gráficamente en el

nomograma. Por el contrario, será muy poco informativo para quienes no posean un grado de competencia cognitiva suficiente.

No existe dinamismo en la ilustración, pues el concepto aludido no presenta carácter dinámico ni evoca movimiento.

En consecuencia, podemos caracterizar la imagen como Tipo H que, aunque siendo el tercer tipo de ilustración más frecuente en el subcorpus divulgativo, no presenta en principio, las características más apropiadas para transmitir conocimiento experto a legos. Pese a lo anterior, cuando un determinado concepto, como puede ser el caso de nomograma anterior, no es susceptible de ser representado por el tipo de imagen que requeriría una situación comunicativa concreta, podemos encontrar soluciones como la que muestra la Tabla 53, donde el texto detalla y aclara el significado de la imagen.

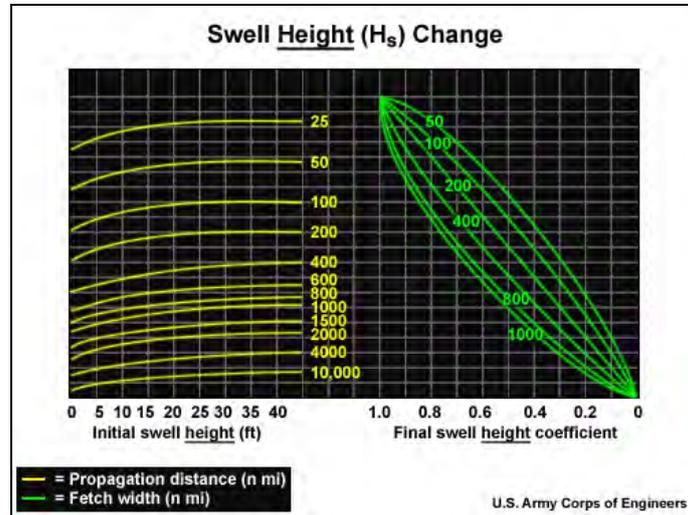
En este caso, el comunicador especializado se ve obligado a utilizar un diagrama que no parece demasiado apropiado para explicar el concepto SWELL HEIGHT CHANGE a un lego; más bien al contrario, podría parecer que complica la comprensión y dificulta el acceso a la información especializada a los receptores prototípicos de una situación comunicativa de divulgación.

Al analizar las características de la ilustración de acuerdo con la clasificación propuesta en nuestro estudio de corpus, observamos la ausencia total de iconicidad lo que hace de ella una imagen de tipo conceptual, mucho más cercana en términos de semejanza a la noción representada que a la entidad del mundo real.

El nivel de abstracción de la imagen es bastante elevado, ya que esta configuración de la información gráfica requeriría un esfuerzo casi irrealizable por receptores sin apenas conocimiento en esta materia. El dinamismo no es demasiado evidente en la imagen, aunque puede intuirse un ligero carácter dinámico al aludir esta a un proceso de cambio mediante la representación gráfica de los distintos valores de altura del *swell* conforme varía la distancia de propagación. Estas características nos permiten atribuir la imagen, como en el caso anterior, al Tipo H.

Tabla 53. Explicación textual de información gráfica no adecuada

To manually determine the significant swell height at the end of the travel distance given the initial significant swell height, we again turn to the Bretschneider nomogram. But in this version, rather than swell period, the right half of the nomogram allows the forecaster to determine the swell height, at the end of the propagation distance as a function of fetch width.



The x-axis on the left side represents initial significant swell height at the front edge of the fetch generation region. The curves represent travel distance in n mi. On the right side, the x-axis displays swell height coefficients as a function of propagation distance and fetch width. The green curves on the right side represent fetch width.

To use this chart, first locate significant wave height along the x-axis on the left side of the diagram. Move vertically along the y-axis until you intersect the appropriate travel distance in yellow. Next, move laterally from this point across to the right box until you intercept the appropriate sloping fetch width line in green. Then, move vertically down the x-axis and read off the swell height coefficient (note this coefficient will always be less than one). Finally, multiply this coefficient by the initial significant swell height at the front edge of the fetch generation region to obtain a swell height at the end of the travel distance.

For instance, using an initial wave height of 15 feet, a fetch width of 200 nautical miles, and a propagation distance of 600 nautical miles, the end result would be a 0.35 height coefficient, and approximately 5 feet for the swell height at the end of the propagation distance.

Source: Wave Life Cycle II: Propagation and Dispersion. University Corporation for Atmospheric Research.

A pesar de esta aparente inadecuación y de que siguen quedando pequeñas cuestiones sin resolver como el desarrollo explícito de las unidades de medida en la leyenda (ft para *foot* o n mi para *nautical mile*) o las magnitudes representadas en el eje horizontal, el comunicador propone una solución en el texto. Así, este proporciona una explicación detallada sobre cómo proceder a la hora de interpretar correctamente el diagrama: indica la secuencia de pasos que son necesarios para leer los datos mediante marcadores del discurso como *first*, *next*, *then*, *finally*; proporciona un ejemplo de

lectura (*for instance*); explica qué representan las curvas verdes y las amarillas; añade notas aclaratorias (*note this coefficient will...*), etc.

6.3. Utilidad de las herramientas informáticas para el análisis de información gráfica

Cualquier herramienta desarrollada para analizar material gráfico en textos debe permitir al investigador alcanzar conclusiones acerca de la adecuación de una imagen con respecto a un texto concreto. Para ello, debe tener en cuenta todos aquellos aspectos que consideró el comunicador especializado a la hora de diseñar una ilustración concreta y su intención comunicativa.

Desafortunadamente, existe un vacío notable en esta área que la Ingeniería de software aún no ha llenado. Quizás porque es un ámbito en el que no existe una demanda real de herramientas informáticas, son muy escasas las aplicaciones diseñadas para el análisis de información gráfica, por lo que los investigadores de este campo deben adaptar sus metodologías y aplicar herramientas que no son específicas para sus fines, tal y como hemos hecho nosotros.

Las aplicaciones existentes hoy día se centran casi exclusivamente en el diseño y generación de imágenes científicas y técnicas sin tener en cuenta el análisis. Codina (2007: 512) reconoce una serie de fases en el ciclo de vida de un fondo documental, por ejemplo, un banco de imágenes, y las asocia a diversas herramientas informáticas: la producción u obtención, la edición y la gestión del material gráfico. Veamos qué herramientas de libre uso pueden ser útiles en la gestión de información gráfica según este autor.

Para el proceso de obtención, además de los módulos de búsqueda de imágenes de los buscadores más usados, encontramos motores de búsqueda como *YotoPhoto* (<http://yotophoto.com>), *Flickr* (www.flickr.com) o *Stock.xchng* (www.sxc.hu). Estas herramientas permiten buscar y describir imágenes para su indización, si bien, dado su carácter cooperativo y voluntario, presentan bastantes limitaciones.

Para la edición de imágenes, el abanico de posibilidades se amplía. Las herramientas *GIMP* (www.gimp.org) o *Paint.NET* (www.getpaint.net) están entre las más conocidas, aunque existen otras como *PhotoFiltre* (www.photofiltre-studio.com) o *Pixia*

(park18.wakwak.com/~pixia). Esta última presenta una interfaz que facilita en gran medida su uso con respecto a otras herramientas de pago permitiendo las mismas opciones.

Finalmente, para la gestión de imágenes, tres son las plataformas que proporcionan los recursos más útiles: Google, Adobe y Corel. Las tres ofrecen versiones gratuitas de sus herramientas de gestión de imágenes, aunque con prestaciones recortadas: *Picasa* (<http://picasa.google.com>), *Adobe Illustrator* (www.adobe.com/es/products/illustrator) y *CorelDraw* (corel.es/CorelDraw). Estos programas permiten organizar y facilitar el acceso a colecciones de imágenes mediante sistemas de categorización, indización y búsqueda, proporcionar sistemas de visualización y opciones básicas de edición, así como facilitar operaciones de mantenimiento.

No obstante, proponemos aquí algunas cuestiones que podrían ser de ayuda para desarrollar nuevas herramientas cuya funcionalidad integre las opciones de los programas anteriores y los adapte siguiendo pautas de accesibilidad y usabilidad.

La Tabla 54 muestra un marco de referencia para el análisis de imágenes denominado Knowledge Visualization Model (Burkhard 2005; Eppler y Burkhard 2007: 113). Incluye los aspectos más relevantes que debe considerar una herramienta informática para el análisis de información gráfica y que son compatibles con los resultados de esta tesis doctoral.

Tabla 54. Marco de referencia para el análisis informático de imágenes (Burkhard 2005)

BENEFITS (WHY)	CONTENTS (WHAT)	PARTICIPANTS (WHO)	METHODS (HOW)
attention	know-what	oneself	envisioning
recall	know-how	two people	sketching
overview	know-why	small group	expressing, narrating
motivation	know-where	large group	diagramming
discovery	know-who	organization	mapping
emotion	know-when	consortium	materializing
coordination	know-what-if	public	exploring

Este marco de referencia contempla todos los aspectos contextuales que permiten al investigador dar respuestas a las siguientes preguntas con el fin de determinar su adecuación:

1. ¿Cuál es la finalidad de la ilustración?
2. ¿Cuál es su contenido semántico?

3. ¿A quién se dirige?

4. ¿Cómo se presenta la información?

Nuestro trabajo ha destacado que las imágenes pueden emplearse con distintos fines que responden a funciones de índole cognitiva, emocional y social, según se pretenda con ellas llamar la atención de los receptores, sintetizar y organizar la información, fomentar la comprensión y la adquisición de nuevo conocimiento, promover una actitud en un grupo de personas, etc.

Asimismo, para el proceso de representación y transmisión del conocimiento especializado, es crucial reconocer el tipo de información que transmiten las imágenes, ya que para diferentes receptores puede ser más interesante y eficaz un tipo de información u otro. De hecho, es posible encontrar imágenes con un contenido semántico de carácter declarativo, procedimental y causal, además de contenido acerca de los agentes de una acción, el lugar y el tiempo en el que tiene lugar y sobre las eventualidades que podrían acontecer a consecuencia de esta.

Conocer a quién se dirige la ilustración de un texto es uno de los aspectos clave para determinar si se ha hecho un uso efectivo de la misma. Las imágenes pueden ser creadas para consumo propio, para los dos interlocutores de un acto de comunicación, para un pequeño grupo de receptores, para un grupo grande, para una organización, para un consorcio internacional o para el público general.

Igualmente, esta tesis ha puesto de relieve los distintos métodos de visualización posibles estudiando las distintas clasificaciones morfológicas de información gráfica y sus funciones (véanse los apartados § 2.5.1 y § 2.5.2), lo que se traduce en la relación entre representaciones internas y externas.

Como decimos, cualquier estudio de información gráfica debería analizar cada uno de estos aspectos y así se ha hecho en el presente trabajo. Una vez respondidas estas preguntas es posible comprender cómo se produce la comunicación especializada a través de representaciones gráficas, algo que los modelos de comunicación científica propuestos hasta ahora no han explicado en detalle, en tanto en cuanto no han sabido crear un modelo integrado sobre la representación y transferencia del conocimiento especializado mediante información gráfica, como el que muestra la Ilustración 34.

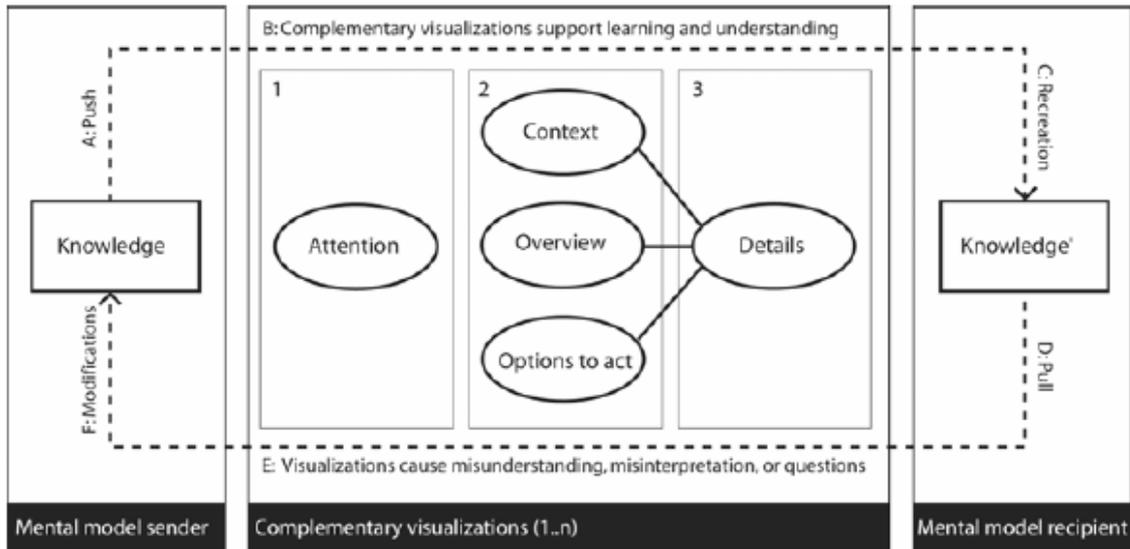


Ilustración 34. Modelo integrado de comunicación mediante representaciones gráficas (Burkhard 2005: 251)

De acuerdo con este modelo, la comunicación especializada consiste en la transmisión del modelo mental del emisor a un receptor de forma interactiva y en un proceso de tres fases. Según Burkhard (2005: 251), para hacer comprensible el conocimiento especializado hay que captar la atención de la persona que visualiza la imagen mediante elementos gráficos atractivos (fase 1), que permitan ilustrar el contexto, ofrecer una visión de conjunto y promover distintas respuestas (fase 2) para que el receptor pueda escoger los detalles que más le interesan en función de sus necesidades comunicativas (fase 3).

La comunicación visual se basa en el principio de interactividad, de acuerdo con el cual el emisor es el que inicia la comunicación con la producción del mensaje (A), apoyándose en recursos gráficos que faciliten la representación, transferencia y comprensión del conocimiento (B). El receptor reconstruye un conocimiento similar al del emisor mediante una imagen mental (C) en lo que resulta ser un diálogo con este (D). A pesar de esta interacción, cuando el conocimiento transferido por el emisor y el activado por el receptor no coincide, se producen interpretaciones erróneas e inferencias diferentes a las pretendidas inicialmente, que el emisor debe corregir a fin de hacer efectiva la comunicación visual (F).

En este sentido, para que una herramienta como la que estamos describiendo sea útil, debería poder llevar a cabo un proceso similar y ser capaz de proporcionar información

relevante que permita identificar la función de la ilustración por medio del análisis de su contexto y el trasfondo de la situación comunicativa. Sin embargo, sería incompleta o tendría una funcionalidad muy limitada si además de analizar imágenes no aplicara estos criterios de análisis al diseño y generación de material gráfico para textos científicos y técnicos.

Por tanto, creemos necesario poner de relieve una serie de principios que, de aplicarse, propiciarían la transición de las actuales aplicaciones hacia herramientas de análisis gráfico. En primer lugar, recomendaciones pragmáticas que invitan a:

- tomar en consideración el concepto que va a ser representado gráficamente;
- evaluar su pertinencia en el dominio de especialidad y
- especificar las características de los receptores (su heterogeneidad, su número, sus necesidades comunicativas, su nivel de competencia cognitiva, etc.).

En segundo lugar, tal aplicación informática para el análisis de imágenes científicas y técnicas debe:

- promover un uso inequívoco de las imágenes que evite la falta de precisión y la ambigüedad conducentes a interpretaciones erróneas de su contenido semántico;
- representar conceptos gráficamente de una forma concisa pero permitiendo el acceso a distintos niveles de detalle según los usuarios (esta opción sería particularmente útil para su inclusión en bases de datos terminológicas dirigidas a expertos y legos);
- ser consistente en el uso de elementos gráficos y mantener la coherencia con la tipografía y ortotipografía del texto, es decir, que las fuentes, los colores, las formas, el tamaño, etc. guarden una armonía con el resto de elementos textuales y no textuales del documento;
- evitar elementos decorativos innecesarios o estridentes que distraigan la atención de los receptores, siempre que esta no sea la intención del comunicador especializado y
- generar información gráfica a partir de representaciones icónicas que permitan asociar conceptos con entidades del mundo real mediante estrategias de reconocimiento, además de producir imágenes artificiales en forma de diagramas, esquemas, mapas, etc.

Se hace necesario un cambio fundamental que auspiciamos aquí y que aún está por llegar: diseñar imágenes en el marco del texto del que van a formar parte. Las ilustraciones no son elementos universales y polivalentes sino que cada imagen debe ser creada considerando el texto en todas sus dimensiones, por lo que las aplicaciones informáticas que se demandan no pueden gestionar la información gráfica de forma independiente. Estas herramientas deben ofrecer una interfaz de fácil manejo que previsualice texto e imagen conjuntamente, fomentando una visión integrada de todos los elementos lingüísticos y no lingüísticos bajo una misma estructura textual, de la que se deriven los siguientes beneficios para los comunicadores especializados:

- facilitar el proceso de toma de decisiones a la hora de dotar a las imágenes de características acordes con la situación comunicativa y
- agilizar procesos de resolución de problemas, por ejemplo, a la hora de cambiar el texto incrustado en una capa no accesible de la imagen para su traducción.

Ello repercutiría en gran medida en el trabajo de los traductores, quienes muy frecuentemente se ven en la necesidad de adaptar y/o traducir ilustraciones científicas con el fin de hacerlas accesibles y aceptables en la situación comunicativa de llegada conforme al encargo de traducción.

Traducir, especialmente textos de especialidad, es un proceso de toma de decisiones y de resolución de problemas terminológicos que afectan también a la información gráfica. De ahí que gestionar adecuadamente las imágenes de textos científicos y técnicos sea una tarea crucial a la que podrían contribuir en cierta medida las herramientas de análisis gráfico. Para ello deben:

- especificar la lengua de la imagen en el nombre del archivo (p. ej. climatechange_**en**.jpg), ya que no es conveniente traducir el nombre de los archivos, sobre todo si la traducción va a formar parte de un sitio web multilingüe;
- procurar nombres explícitos para las ilustraciones que faciliten su posterior recuperación en motores de búsqueda;
- diferenciar los gráficos que tienen texto de los que no lo tienen, de modo que el traductor sepa rápidamente cuáles ha de traducir;

- elaborar los archivos gráficos por capas, para que se pueda ir directamente a la capa que contiene el texto y traducirlo;
- incluir los tipos de letra empleados en la imagen original, con el fin de que la imagen traducida conserve el mismo aspecto;
- dejar espacio al final de texto insertado en una imagen de forma que si la traducción es algo más extensa no haya que modificar ningún elemento gráfico;
- permitir no solo la traducción del texto visible sino también la traducción del texto alternativo contenido en el atributo alt y
- permitir la adaptación de los aspectos culturales que podrían no ser apropiados en la cultura de los receptores.

En definitiva, las herramientas deben contar, por una parte, con módulos de análisis textual, como los que presentan las aplicaciones de análisis de corpus para realizar listas de palabras o generar líneas de concordancia y, por otra, con un módulo de análisis gráfico, con el que el comunicador pueda determinar el tipo más adecuado de ilustración a la luz de los resultados del análisis textual. Finalmente, con un módulo de diseño gráfico se podrá crear una imagen ad hoc o bien editar una imagen preexistente para adaptarla a las características del texto y adecuarla a la nueva situación comunicativa.

6.4. Modelo de uso de ilustraciones

La distribución de las ilustraciones del corpus que han puesto de manifiesto los resultados de nuestro trabajo es indicativa del uso que hacen de la información gráfica los comunicadores especializados. En consecuencia, las regularidades observadas en cada nivel de especialización y las tendencias de uso de la iconicidad, la abstracción y el dinamismo corroboran la existencia de un *continuum* de ilustraciones similar al que organiza los textos en diferentes niveles de especialización, lo que hace posible diseñar un modelo descriptivo que sirva de referencia para el uso de información gráfica en textos científico-técnicos.

6.4.1. Estructura del modelo

La Ilustración 35 muestra gráficamente la estructura de nuestro modelo, que a continuación pasamos a explicar. El modelo de uso de información gráfica adopta la

forma de un tetraedro, una pirámide triangular, que muestra en cada una de sus tres caras los parámetros de nuestra clasificación.

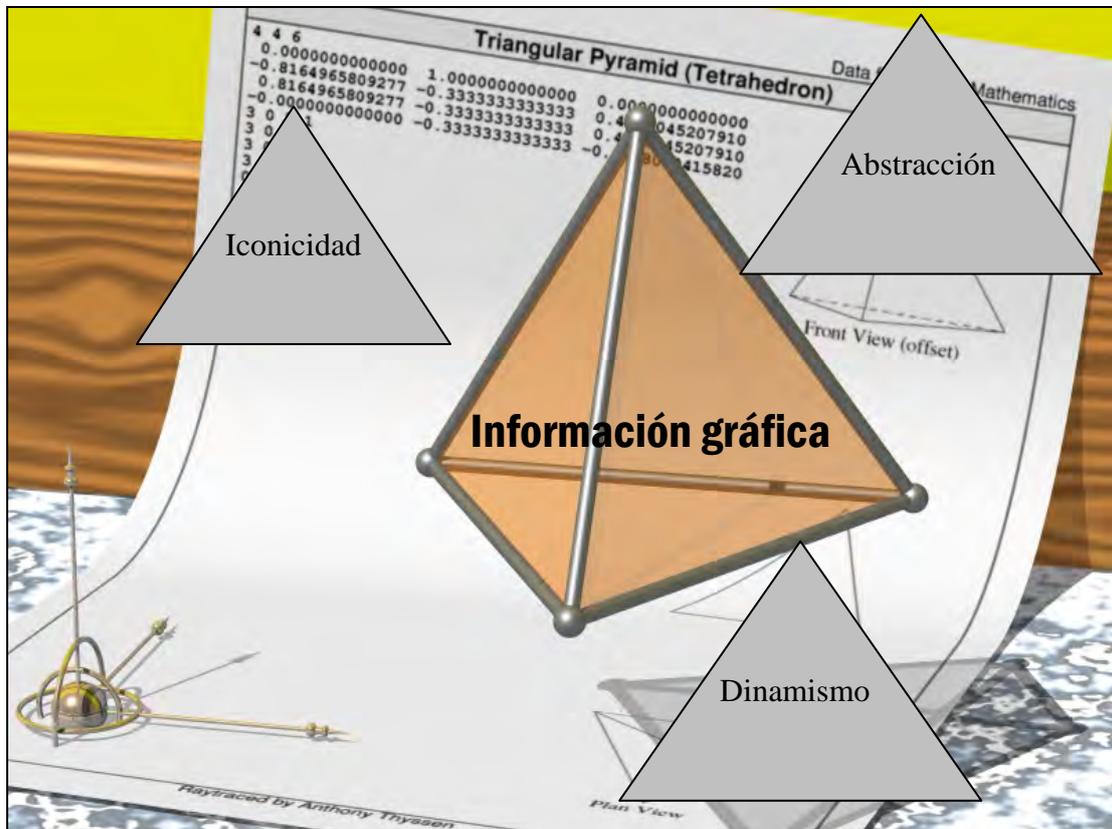


Ilustración 35. Modelo de uso de ilustraciones

La base de la pirámide (como se observa en la Ilustración 36 y la Ilustración 37) muestra para cada una de las caras los grados de especialidad básicos que puede presentar un texto, especializado, semiespecializado y divulgativo. La altura viene determinada por tres niveles de prioridad que hacen referencia al grado de adecuación de una imagen con respecto al texto.

Como decimos, las caras del tetraedro representan cada una de las dimensiones de la información gráfica tratadas en nuestro estudio: iconicidad, abstracción y dinamismo. No obstante, el modelo que presentamos es muy flexible y puede integrar otras dimensiones de la información gráfica con solo ampliar el número de lados del polígono que constituye su base. Esta flexibilidad es indicativa de la necesidad de continuar avanzando en el área de la visualización y la información gráfica, así como en los nuevos enfoques que está planteando en Terminografía y Traducción.

A continuación detallaremos cada una de las caras de la pirámide. En tanto que iconicidad y abstracción se comportan de forma similar (aunque son dos dimensiones inversamente proporcionales), agruparemos estos criterios en una sola cara del modelo piramidal. La segunda, da cuenta de las imágenes en función del dinamismo. La finalidad del modelo que proponemos es facilitar la gestión de la información gráfica de cara a la redacción, traducción, adaptación, revisión y evaluación de un texto de especialidad. Las ilustraciones siguientes especifican la organización de las imágenes según su nivel de iconicidad y abstracción, por una parte, y el dinamismo, por otra.

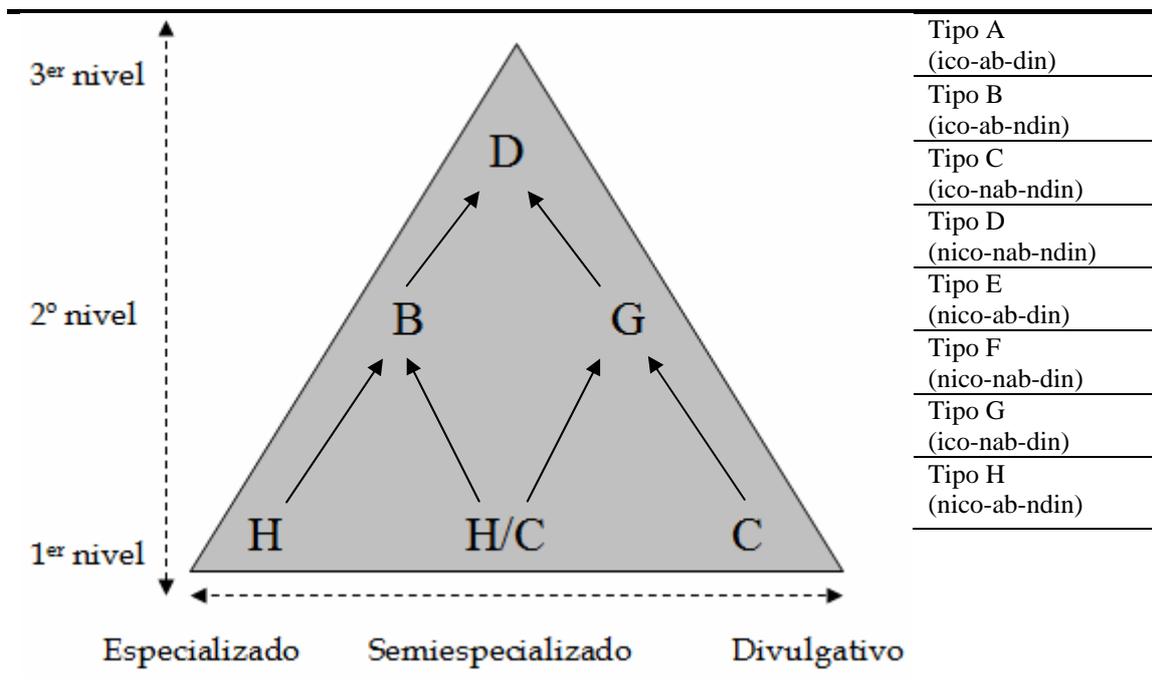


Ilustración 36. Organización de imágenes según iconicidad y abstracción

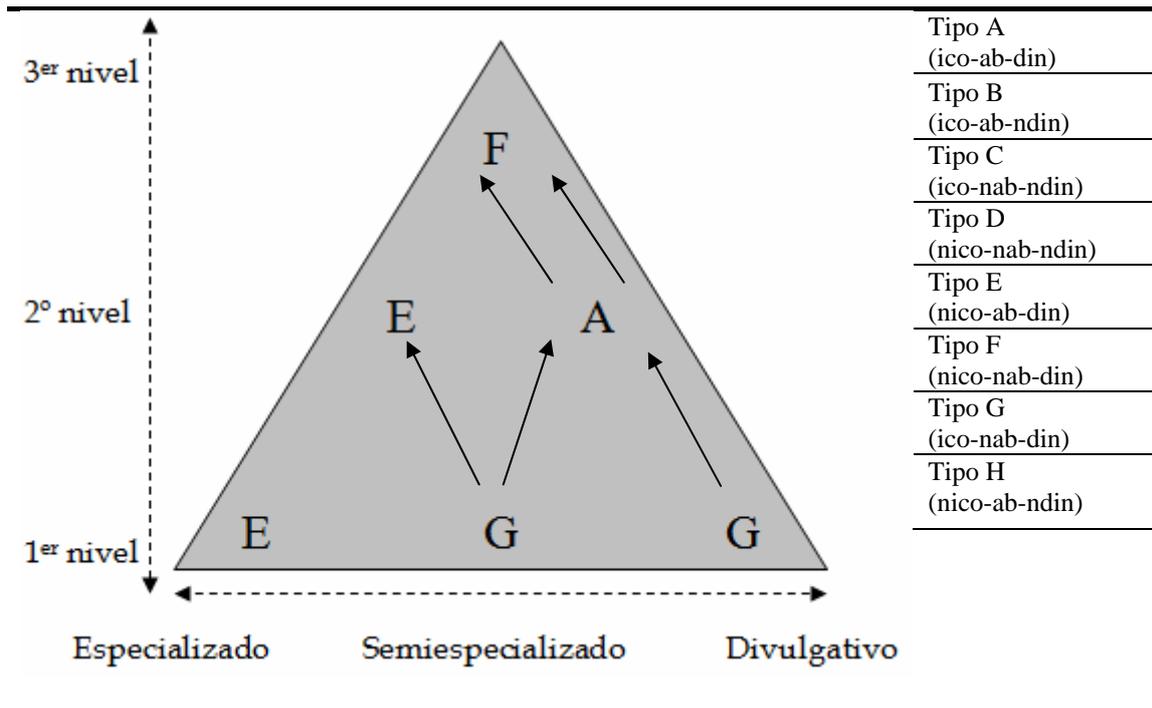


Ilustración 37. Organización de imágenes según dinamismo

El carácter más o menos especializado de una ilustración no viene dado exclusivamente por el nivel de especialización del texto del que forma parte; es más, en muchas ocasiones el nivel de especialización de la imagen y el del texto no se corresponden, lo que merma la adecuación de la imagen y dificulta el visionado y la lectura. Quiere decir, por ejemplo, que una ilustración no adquiere automáticamente un carácter especializado por el mero hecho de aparecer en un texto especializado. Por esta razón, para definir la estructura de nuestro modelo se ha tenido en cuenta, además del nivel de especialización, la relación más o menos estrecha que guardan las ilustraciones con respecto al texto. Esta relación viene determinada por las características de la situación comunicativa y los atributos del concepto al que hace alusión.

Los niveles de prioridad de los que hemos hablado establecen un orden de preferencia en la selección de imágenes para cada nivel de especialización. Así, cuando las condiciones pragmáticas de un texto divulgativo sean las propias de este tipo de textos (véase § 2.3.3.4), entonces podremos optar sin mayor dificultad por ilustraciones pertenecientes al Tipo C de nuestra clasificación (icónicas, no abstractas y no dinámicas), es decir, las prototípicas de los textos divulgativos y que el modelo sitúa en el primer orden de prioridad.

No obstante, si el comunicador observa la inadecuación de este tipo de imagen para representar un concepto concreto, posiblemente deba recurrir a las ilustraciones de segundo o tercer orden, esto es, Tipo G o D, que sin ser específicas de los textos divulgativos, también son frecuentes en este nivel de especialización (véase § 5.5).

Quiere decir esto que, en condiciones normales, tenemos más probabilidad de acertar con una ilustración del Tipo C, pero puede que, en determinados casos, esta no se adecue lo suficiente y sea necesario analizar los atributos del concepto que va a ser representado gráficamente para determinar qué tipo sería el más apropiado. Es decir, también hay que tener en cuenta variables como la situación comunicativa y la esencia del concepto a la hora de seleccionar imágenes para su posterior inclusión en un texto.

En ocasiones puede ocurrir que el texto en cuestión no sea puramente divulgativo, ni presente rasgos que nos permitan caracterizarlo como semiespecializado, esto es, puede encontrarse en un punto indefinido entre dos niveles de especialización del *continuum*. En ese caso, podemos utilizar ilustraciones que también son propias de ambos niveles de especialización (divulgativo y semiespecializado), aunque no se trate de los tipos de ilustraciones que el estudio de corpus ha revelado como prototípicos.

El hecho de que iconicidad y abstracción, por un lado, y dinamismo, por otro, aparezcan representados de forma separada en distintas caras del modelo responde a la distinta naturaleza de estos parámetros de clasificación. Tanto la iconicidad como la abstracción han resultado ser una cuestión de grado que admite términos medios, mientras que el dinamismo es más bien un valor discreto, una cuestión de sí o no, esto es, una característica que está o no está presente en la imagen.

La tendencia es bien clara en el caso de la iconicidad y la abstracción. La primera aumenta conforme más bajo es el nivel de especialización del texto, la segunda, por el contrario, disminuye. Este comportamiento se debe en gran medida a las características de la situación comunicativa, en especial, a la competencia cognitiva de los receptores (véase Ilustración 36).

Cuando esta competencia cognitiva revela escasos conocimientos en el dominio de especialidad al que pertenece el texto, se prefiere utilizar imágenes icónicas que expliciten su relación con el referente, de manera que el receptor pueda reconocer el concepto en una entidad del mundo real e identificar la conexión existente entre el plano

conceptual y el mundo real. Igualmente, se suelen emplear ilustraciones con un bajo nivel de abstracción que compense las deficiencias relativas a esta competencia agilizando los procesos de comprensión y categorización.

Sin embargo, el dinamismo no se debe tanto a la situación comunicativa como a la esencia del concepto. Es un aspecto que puede ser requerido por la propia naturaleza del concepto, de manera que si los atributos de este aluden al movimiento, entonces será necesario recurrir a ilustraciones dinámicas para fomentar una comunicación eficaz y sin pérdida de matices, con independencia del nivel de especialización del texto u otros condicionamientos impuestos por la situación comunicativa (véase Ilustración 37).

Esta es la estructura básica de nuestro modelo. Veamos ahora cómo podemos utilizar el modelo para llegar a una selección justificada de la información gráfica de un texto que permita a los traductores traducir mejor una imagen; a los revisores adaptarla a las características de una nueva situación comunicativa (a nuevos receptores o a nuevos medios de transmisión de la información); a los editores de una publicación evaluar su idoneidad; a los expertos transmitir los resultados de sus estudios y a los periodistas científicos difundir los avances científicos al público general.

6.4.2. Situación comunicativa especializada

En el caso de una situación comunicativa especializada, el modelo propone emplear, en primer lugar, ilustraciones no icónicas, abstractas y no dinámicas que satisfagan los niveles de eficacia comunicativa que demanda todo texto científico. Mediante el uso de imágenes no icónicas y abstractas, como las de Tipo H, podemos evitar a los receptores expertos la sensación de ser tratados como legos y podemos representar conceptos propios de los niveles más altos de especialización que no tienen un referente en la realidad (especialmente magnitudes y relaciones), como SURFACE HEAT FLUX, MODELED SALINITY, SEICHE AMPLITUDE O BREAKER AVERAGE TURBULENCE LEVEL.

Aunque este sea el tipo prototípico para este nivel de especialización, pueden aparecer conceptos que requieran ilustraciones de segundo nivel, como las de Tipo B (icónica, abstracta y no dinámica), que aun siendo menos frecuentes son útiles para representar determinados conceptos especializados. Habrá, por tanto, que prestar mayor atención a las características del concepto para pasar al segundo nivel de prioridad

establecido en el modelo. Cuando el concepto aluda a una entidad concreta con existencia real y material, el Tipo B parece el más adecuado, pues conserva las demás características definatorias del Tipo H y añade la iconicidad. Es válido para conceptos como COASTAL STUDY MAP, NESTED GRIDS, SENSITIVITY MAP o SUBMERGED CAVITATING JET.

Ya en el tercer nivel de prioridad, podemos recurrir a imágenes del Tipo D (no icónicas, no abstractas y no dinámicas). Estas no son específicas de ningún nivel de especialización concreto pero resultan de utilidad a la hora de representar nociones básicas de la ciencia y la tecnología. Esto significa que no todos los conceptos que no tienen presencia material en el mundo real son complejos y difíciles de comprender. En los textos especializados, por tanto, pueden aparecer conceptos que requieran el uso de ilustraciones no icónicas que, por su aparente simplicidad, presenten bajos niveles de abstracción. Podría ser este el caso de conceptos como VOLUME, que cualquier receptor reconoce como la capacidad espacial que ocupa un cuerpo, SEAGRASS MAP, SHORELINE CHANGE o GIS (Geographical Information System).

A pesar de ello, si observamos la cara del modelo donde se representa el dinamismo (Ilustración 37) observamos que existen otras ilustraciones asociadas a situaciones comunicativas especializadas, como el Tipo E (no icónica, abstracta y dinámica). En textos especializados también es posible recurrir a imágenes dinámicas, que pueden ser de gran utilidad para representar la naturaleza procesual de los conceptos especializados, como la de aquellos que aluden a procesos de cambio: COMPACTION PROCESS, OVERWASH SCOUR, SEAWARD TILTING o ANCHOR PULLOUT. Vemos que, en este caso, es el concepto el que determina la utilización de imágenes dinámicas. Además, se recomienda el uso priorizado de ilustraciones Tipo E, porque son las que conservan las características fundamentales de las imágenes prototípicas del Tipo H como son la ausencia de iconicidad y un elevado nivel de abstracción.

Como vemos en nuestro modelo, la progresión desde las imágenes Tipo E hacia el segundo y el tercer nivel de prioridad se pierde, ya que en textos especializados no existen más ilustraciones dinámicas que las de Tipo E.

6.4.3. Situación comunicativa semiespecializada

En cambio, una situación comunicativa semiespecializada posee una serie de características que la diferencian de las especializadas y las de divulgación, lo que también repercute en los tipos de ilustraciones más empleados. Los textos semiespecializados, dado su carácter intermedio en el *continuum* de especialidad, no tienen un tipo de imagen prototípico sino que adoptan las imágenes más frecuentes tanto de los textos especializados, Tipo H, como de los textos divulgativos, Tipo C. A pesar de ello, muestran una ligera preferencia por este último tipo, ya que la tendencia con respecto a los textos especializados es a rebajar el nivel de especialización para acercar el conocimiento a receptores con menor competencia cognitiva.

Este fenómeno se debe a la coexistencia en los textos semiespecializados de conceptos especializados como ISOTACH, ALONG-SHORE CROSS SECTION, OIL KINEMATIC VISCOSITY o GEOSTROPHIC CURRENT FORMATION y conceptos más simples propios de la divulgación científica como VOLCANIC CALDERA, LAGOON, RIVER DELTA, CORAL CLUMPS o FLOODS.

Claro está que no es tarea fácil delimitar el nivel de especialización exacto de un texto, particularmente, cuando nos encontramos en el punto intermedio de un *continuum* sin líneas divisorias nítidas. Habitualmente podemos considerar un texto como semiespecializado pero tendente a una mayor especialización o a la divulgación. Por eso, el segundo orden de prioridad nos ofrece lo que podríamos denominar imágenes de transición, el Tipo B y el Tipo G.

El Tipo B (icónico, abstracto y no dinámico) es adecuado para conceptos que podrían estar a caballo entre un nivel de especialización y otro, pues presenta una característica más propia de lo semiespecializado y lo divulgativo –su iconicidad– y otra perteneciente a niveles de especialización más elevados –su abstracción–. Entre estos conceptos encontramos DENDRITIC DRAINAGE, DEEP WAVE POWER RESOURCES, BEACH PROFILING o KARST TOPOGRAPHY.

En un segundo nivel de prioridad, el Tipo G (icónico, no abstracto y dinámico) incluye las imágenes dinámicas más adecuadas para el nivel semiespecializado, que acercan el concepto a los receptores legos, dadas sus características propias de la divulgación (iconicidad y baja abstracción) y que además actúan de puente entre lo

semiespecializado y lo divulgativo. Si observamos la Ilustración 36 y la Ilustración 37, vemos que el Tipo G aparece tanto en la organización según la iconicidad y la abstracción como en la organización según el dinamismo, lo que pone de manifiesto la importancia de ilustraciones icónicas, no abstractas y dinámicas en textos semiespecializados. En tercer orden, se pueden utilizar también imágenes del Tipo D (no icónico, no abstracto y no dinámico), tal y como ocurría en los textos especializados.

No obstante, cuando se trata de representar conceptos dinámicos el uso del Tipo G es preferente. Los tipos de imágenes dinámicas que, en segundo orden, serían más apropiados son el Tipo E (no icónico, abstracto y dinámico), si el concepto tiende a la especialización, y el Tipo A (icónico, abstracto y dinámico), si el concepto tiende a la divulgación. El Tipo E presenta rasgos similares a las imágenes más prototípicas de los textos especializados y altamente especializados y suelen representar conceptos inmateriales complejos, por ejemplo: BUOYANT EFFLUENT, CHANNEL SEDIMENTATION o MEANDERING FLOWPATH. El Tipo A, por su parte, conserva una característica propia del nivel divulgativo, la iconicidad (presente en el Tipo C) y otra del subcorpus especializado, la abstracción (muy presente en el Tipo H), para representar objetos materiales complejos para un lego como WAVE ENERGY DEVICES, COASTAL CELLS o BINARY CYCLE POWER PLANT.

Finalmente, es posible recurrir a ilustraciones Tipo F (no icónico, no abstracto y dinámico) cuando la esencia dinámica del concepto requiera la representación de un objeto no directamente perceptible por los sentidos pero reconocible: EARTH'S CLIMATIC SYSTEM, SOIL WATER PROCESSES o DEPOSITION PATTERNS. Pese a todo, el estudio de corpus ha puesto de manifiesto el escaso número de ilustraciones Tipo F en textos científicos.

6.4.4. *Situación comunicativa divulgativa*

Finalmente, para los textos divulgativos, el tipo propuesto por nuestro modelo como prototípico y, por consiguiente, el que debe emplearse con preferencia, es el Tipo C (icónico, no abstracto y no dinámico). Este tipo de imágenes suele representar conceptos especializados poco complejos que aluden a entidades del mundo real como EXPLOSIVE

VOLCANIC ERUPTION, MARINE DEBRIS, HIGH TIDE, OCEAN WAVE, FJORD o TECTONIC PLATES.

En la divulgación científica aparecen también, aunque en segundo orden, ilustraciones dinámicas y, al igual que en los textos divulgativos, son preferentemente de Tipo G (icónico, no abstracto y dinámico), que podemos decir son el equivalente dinámico del Tipo C. Por lo tanto, aluden a conceptos sencillos pero de naturaleza procesual como HYDROLOGIC CYCLE, OCEAN CIRCULATION, BEACH RESTORATION o WAVE DISPERSION. Las ilustraciones Tipo G, por su carácter dinámico, añaden cierta complejidad a la representación del concepto, de ahí que se sitúen en el modelo como transición entre lo semiespecializado y lo divulgativo. No obstante, en la cara del dinamismo, estas imágenes ocupan un puesto preferente en el primer nivel de prioridad.

En tercer orden de prioridad, las situaciones de divulgación recurren a ilustraciones Tipo D (no icónico, no abstracto y no dinámico), aunque en una proporción ya muy escasa, cuando los atributos del concepto así lo demandan.

Para una adecuada aplicación del modelo no es conveniente remitirse a la cara que contiene las imágenes dinámicas, hasta que no se agoten las posibilidades de la cara de iconicidad y abstracción, pues está diseñado atendiendo a la frecuencia relativa con que las diferentes ilustraciones se dan en cada situación comunicativa (que también incluye imágenes como las de Tipo G). En este sentido, las imágenes dinámicas más adecuadas en textos de carácter divulgativo son las del Tipo G (icónico, no abstracto y dinámico), a las que le siguen las de Tipo F (no icónico, no abstracto y dinámico) y, por último, las de Tipo A (icónico, abstracto y dinámico).

Se recomienda, como hemos mencionado, utilizar las imágenes Tipo G, aunque en un segundo nivel de prioridad y cuando la esencia del concepto lo requiera podemos emplear ilustraciones Tipo F. Este tipo de imágenes resulta útil para representar conceptos ligeramente más especializados que los propios de un texto divulgativo como TIDAL BARRAGE, FORECASTING NOMOGRAM, COMBINED SEWER SYSTEM o EKMAN'S SPIRAL. En tercer lugar, las imágenes Tipo A permiten representar la naturaleza procesual de conceptos especializados complejos que, en ocasiones, aparecen en textos de divulgación y que pueden ser necesarios para cumplir con la finalidad didáctica que caracteriza la divulgación de la ciencia: ACCOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER,

NUTRIENT CYCLING UNDER PINE FOREST, NUTRIENT CYCLING UNDER BROADLEAF DECIDUOUS TREE, COOPERATIVE APPROACH TO SHORELINE STABILIZATION.

Como hemos podido observar, tanto en situaciones semiespecializadas como en las divulgativas, el Tipo F y el Tipo A incluyen ilustraciones dinámicas de segundo y tercer nivel, aunque invirtiendo sus posiciones en el modelo.

Podemos afirmar, en consecuencia, que existe un *continuum* de especialidad que afecta a las ilustraciones de igual modo que a los textos y que discurre de forma paralela a estos. Como se pone de manifiesto en nuestro modelo, las ilustraciones se distribuyen a lo largo de una línea que transcurre desde las cotas más altas de especialización a las más bajas.

6.4.5. Recapitulación

Atendiendo a la situación comunicativa es posible adoptar un estilo científico, una perspectiva sobre el tema y un repertorio de patrones textuales y discursivos que nos permitan conceder el tratamiento adecuado al texto y satisfacer los estándares de eficacia requeridos por el contexto en que se produce la comunicación: intraprofesional, interprofesional, profesional-lego. Los atributos del concepto ayudan a determinar el tipo exacto de ilustración que mejor representa su esencia. En definitiva, la situación comunicativa y la naturaleza del concepto son los dos criterios que deben guiar la adecuada selección de información gráfica.

Aunque pudiera parecer compleja la aplicación práctica de este modelo a la gestión de información gráfica, en realidad, se basa en el uso mayoritario que los comunicadores especializados hacen de las imágenes en textos científicos y técnicos. En consecuencia, nuestro modelo se propone como una guía que sirva como referencia a la hora de seleccionar las ilustraciones más adecuadas para cada concepto en cada situación comunicativa y obliga a los comunicadores especializados a reflexionar sobre el proceso de visualización del conocimiento especializado. No pretende en modo alguno regular el uso de imágenes sino orientar a los usuarios de las lenguas de especialidad hacia una selección razonada de imágenes y plantearles preguntas acerca de los rasgos cognitivos, semióticos y, en última instancia, pragmáticos de la información gráfica.

6.5. Limitaciones del estudio y nuevas vías de investigación

El estudio que hemos realizado en esta tesis doctoral ha permitido reconocer el valor de la información gráfica en Terminología y ha dado lugar a distintas publicaciones que han puesto de manifiesto el papel de la ilustración en la gestión terminológica, la descripción de conceptos especializados y en la enseñanza de la Traducción científica y técnica (Faber et al. 2007; Prieto 2007b; Tercedor, Prieto y López 2007).

La principal limitación que presenta nuestro estudio viene dada por una restricción propia de las actuales herramientas de análisis de corpus, que no permiten el estudio de elementos no lingüísticos de la estructura textual como son las ilustraciones. La experiencia adquirida en este trabajo nos permite proponer una mejora básica que ampliaría las posibilidades de análisis de este tipo de aplicaciones.

Partiendo de que algunas herramientas de corpus permiten trabajar con textos html, deberían también ser capaces de identificar la información gráfica mediante el reconocimiento de las etiquetas alt (atributo de texto alternativo) y src (atributo de fuente URL) y conservar esta información en la conversión del texto html a texto plano txt. Si esto fuera posible, podríamos añadir las etiquetas que fueran necesarias de acuerdo con los objetivos de cada trabajo y estudiar las imágenes como un elemento más del texto.

A la hora de clasificar las imágenes del corpus, no siempre ha sido fácil identificar el tipo al que pertenecen ni determinar sus rasgos característicos. Aunque hemos tratado de recurrir a escalas lo más objetivas posibles, caracterizar una ilustración como icónica, abstracta y dinámica se puede convertir en una tarea harto complicada, en tanto en cuanto estos parámetros se sitúan en una gradación sin límites bien definidos. Para evitar caer en el subjetivismo de percepciones personales, la clasificación se ha llevado siempre desde la óptica del receptor lego. Con este fin hemos consultado nuestra clasificación con cinco informadores que han corroborado la atribución de las distintas ilustraciones del corpus a cada uno de los tipos.

Como todo estudio de corpus que se precie, el tamaño del corpus condiciona la representatividad de los resultados, es decir, cuanto mayor sea la porción de lengua escogida para su análisis, más indicativos serán los resultados obtenidos de los fenómenos que acontecen. Nuestro corpus, con 1 000 000 de palabras

aproximadamente, es suficiente para estudiar el uso de información gráfica, pues no es tan importante el número de palabras que contiene como el número de imágenes. Ni que decir tiene que un corpus mayor es siempre preferible.

Otra de las dificultades que hemos encontrado en el estudio ha sido la clasificación de los textos de especialidad en los tres subcorpus: especializado, semiespecializado y divulgativo. Como ya apuntábamos al inicio del trabajo, la línea que distingue lo especializado de lo semiespecializado y lo semiespecializado de lo divulgativo es muy delgada, lo que impide diferenciar claramente los textos especializados de los que no lo son. Lo que sí parece evidente es que existen características propias de uno y de otro que los hacen diferentes, de lo que deducimos que su clasificación, aunque difícil, es posible.

A tal efecto se podrían haber realizado cuestionarios a estudiantes en el tercer y cuarto año de los estudios de Traducción e Interpretación, donde la traducción científica y técnica constituye uno de los bloques de especialización. De este modo, se les podría proponer clasificar textos de acuerdo con su nivel de especialización, así como reconocer el nivel de iconicidad, abstracción y dinamismo de las ilustraciones que contienen. A partir de los resultados de estos cuestionarios, se podría verificar la validez de nuestra clasificación y la pertenencia de las diferentes ilustraciones a cada uno de los tipos que esta contempla.

Se decidió no realizar los cuestionarios, puesto que la clasificación de las ilustraciones no fue tan complicada como habíamos pensado inicialmente y el subjetivismo se convertía en un obstáculo fácilmente evitable al mostrar imágenes a informadores legos. En este sentido creemos que los resultados de esta tesis doctoral avalan la metodología propuesta sin necesidad de llevar a cabo dichos cuestionarios.

El trabajo desarrollado en el proyecto *Análisis y desarrollo de la interfaz imagen-texto en traducción científica y técnica* ha permitido constatar la importancia de la información gráfica en textos de especialidad y ha ayudado a reconocer sus implicaciones traductológicas mediante la interpretación de sus rasgos cognitivos y pragmáticos.

Como hemos repetido a lo largo del trabajo, el modelo de uso de ilustraciones resultante del mismo, debe recoger los usos que los comunicadores especializados hacen

de la información gráfica; es precisamente a expertos, periodistas científicos, traductores, terminólogos y redactores técnicos a quienes pueden ser útiles los resultados de este estudio y son ellos, por tanto, quienes han de saber reconocer qué imágenes y con qué características es apropiado utilizar en cada situación comunicativa. En consecuencia, la clasificación que resultase de un posible cuestionario realizado por estudiantes no sea tan relevante como en un principio pudiera parecer.

Los resultados de nuestro estudio (véase § 5) se muestran en forma de valores absolutos (número de imágenes) y relativos (proporciones en forma de porcentajes). Los objetivos que presentábamos al comienzo de este trabajo eran claros y proponían una metodología sencilla que aspiraba a obtener datos fácilmente interpretables que dieran cuenta del uso de la información gráfica en textos científico-técnicos. Por esta razón no se han empleado programas estadísticos como SPSS ni realizado cálculos o estudios predictivos que hablen de probabilidades, pues ha quedado patente que los porcentajes son suficientes para la identificación de las tendencias de uso.

En definitiva, el modelo que proponemos en el apartado § 6.4 pretende dotar a estos usuarios de las lenguas de especialidad de una referencia que les oriente acerca de cómo introducir información gráfica en textos de especialidad. Así, deberán caracterizar las ilustraciones partiendo de la definición de iconicidad, abstracción y dinamismo que hemos proporcionado y determinar si tales rasgos responden a las necesidades planteadas por los receptores finales y la propia situación comunicativa.

Nuestro estudio se ha centrado en un aspecto muy concreto de la información gráfica, su dimensión pragmática, aunque como mencionaremos un poco más adelante, los componentes morfológico, sintáctico y semántico de las ilustraciones ofrecen un vasto campo de estudio.

La elaboración de un completo estado de la cuestión y el análisis de las fuentes bibliográficas empleadas para ello han revelado áreas en las que aún sería necesario continuar investigando. Existen dos vías principales en las que, a nuestro parecer, se debe profundizar con el fin de abrir nuevas posibilidades de estudio: por una parte, en el ámbito más teórico, cuestiones psicolingüísticas y neurolingüísticas como el papel de la percepción visual en la configuración del lenguaje y el comportamiento de las metáforas visuales en el aprendizaje y la adquisición del léxico; por otra parte, en el ámbito

metodológico, el diseño de herramientas específicas para el análisis de información gráfica en contexto y en todas sus dimensiones (morfológica, sintáctica, semántica y pragmática).

Un aspecto realmente interesante y digno de un análisis profundo y detallado es el de las metáforas visuales, que a pesar de su importancia en la comunicación, no son objeto de estudio en este trabajo. A través del estudio de la percepción, es posible examinar el papel de las metáforas visuales como potentes marcos de referencia para la transferencia del conocimiento especializado. Las metáforas visuales son representaciones de un sistema de conceptos mediante atributos visuales propios de un código no lingüístico que ya es familiar al usuario y que se comporta de una manera análoga. Así, facilitan la comprensión de conocimiento nuevo a partir de conceptos ya aprendidos, pues permiten trasladar elementos conocidos a conceptos pertenecientes a un nuevo dominio de especialidad para reconocer sus características.

A pesar del potencial comunicativo que ha demostrado tener la información gráfica, hay que señalar también el obstáculo –en términos de accesibilidad– que, en ocasiones, pueden suponer las imágenes en determinados medios de comunicación, especialmente los basados en tecnologías audiovisuales como Internet o en soportes de información como el CD o el DVD.

La accesibilidad es un nuevo horizonte en el estudio de la información gráfica por el que hemos pasado de puntillas en nuestro trabajo, pero que abre un amplio abanico de posibilidades muy necesitadas de un profundo análisis. El procesamiento digital de imágenes de cara a la lectura automática de documentos multimedia permitiría a los programas sintetizadores de voz empleados por personas con discapacidad visual transmitir oralmente el contenido de una imagen. En ello la accesibilidad desempeña un papel crucial, pues sería la encargada de proporcionar a este tipo de aplicaciones la información relevante acerca del material gráfico que debe ser comunicada.

De ahí que en el Departamento de Traducción e Interpretación de la Universidad de Granada se estén desarrollando algunos proyectos sobre accesibilidad en el material audiovisual y descripción de imágenes en entornos web: *Evaluación y gestión de los recursos de accesibilidad para discapacitados sensoriales a través de la traducción audiovisual: la audiodescripción para ciegos. Protocolo para formar a formadores*

(TRACCE), dirigido por la Dra. Catalina Jiménez y el proyecto de innovación docente *Análisis y desarrollo de la interfaz imagen-texto en traducción científica y técnica*, dirigido por la Dra. María Isabel Tercedor.

Si las imágenes constituyen una ayuda adicional a la información textual, con frecuencia, pueden convertirse en una dificultad añadida, bien por no adecuarse al nivel de especialización del texto, bien por no contar con las características necesarias para que sea accesible, no solo a personas con alguna discapacidad sensorial, sino también a aquellas personas con una capacidad lectora mermada por la edad o por sus escasos conocimientos sobre un tema de especialidad.

En consecuencia, las clases de Traducción especializada deben contemplar las nuevas modalidades de traducción, así como los retos derivados de los entornos audiovisuales de traducción. Es por esto que los docentes deben concienciar a los futuros traductores acerca de la importancia de la imagen en la configuración textual, enseñar a interpretar la función de las imágenes en contexto, a manipular las imágenes y su contenido con el fin de hacerlas aceptables para un usuario meta. Asimismo, deben fomentar la redacción y trabajar la traducción de textos basados en imágenes como los pies de foto, los textos alternativos, las audiodescripciones, los subtítulos, las transcripciones de audio, etc. (Prieto, Tercedor y López 2007; Prieto 2007a).

Como decimos, las nuevas vías de investigación que se abren se deben a dos cuestiones: *a)* los constantes avances de las TIC que dan lugar a nuevos tipos de documentos, nuevos soportes de información y nuevas modalidades de traducción y *b)* la necesidad impuesta por la globalización del conocimiento de hacer llegar la información especializada a un número cada vez mayor de receptores.

Por consiguiente, las nuevas corrientes teóricas junto con las líneas de investigación que abren, así como la práctica docente en el aula de traducción especializada científica y técnica, deben ser el foco principal de atención al que se deben dirigir todas las miradas en busca de avances en la gestión terminológica basada en información gráfica.

Por lo que los diversos estudios han ido poniendo de manifiesto, parece que las imágenes, como otros medios de representación del conocimiento especializado, poseen un componente morfológico, sintáctico, semántico y pragmático.

Partiendo del reciente trabajo de Lengler y Eppler (2007) pretendemos profundizar en los componentes gramaticales de la información gráfica. Estos autores han diseñado una tabla periódica de métodos de visualización que, basándose en una sintaxis visual y en el carácter combinatorio de los demás componentes, organiza los diferentes tipos de imágenes mediante variables como el tipo de información que representan, si visualizan procesos o estructuras estáticas, el punto de vista, si simplifican la comprensión de la información o, por el contrario, la dificultan, etc.

Como resultado, se han llevado a cabo otros estudios que han destacado el potencial combinatorio de estos elementos gráficos y que han permitido desarrollar distintos mecanismos de creación de imágenes para determinar el tipo correcto (véase <http://www.visual-literacy.org>). Este proceso de creación gráfica implica:

1. Escoger el tipo de imagen más adecuado: iconos, metáforas visuales, diagramas, mapas, etc.
2. Emplear las variables correctas como el tamaño, la forma, el color, la textura, el ángulo, la posición.
3. Respetar los principios de diseño: coherencia, repetición o comparación.
4. Evitar riesgos como la manipulación, la simplificación excesiva, el uso de clichés y la ambigüedad.
5. Innovar mediante la inclusión de elementos sorprendidos o intrigantes.

Combinando nuestra metodología para el análisis de ilustraciones en textos científico-técnicos y los resultados de Lengler y Eppler (ibíd.) proponemos llevar a cabo en un futuro un estudio sobre los componentes gramaticales de la información gráfica, que destaque:

- La composición de sus aspectos formales, que da lugar a ilustraciones en forma de diagramas, gráficas, tablas, mapas, iconos, etc.
- La función de las distintas combinaciones posibles de elementos morfológicos en relación con el texto.
- El contenido semántico de la ilustración, tanto denotativo como connotativo, sujeto a fenómenos de sinonimia y polisemia.

- Las características que han de adoptar las imágenes para alcanzar su objetivo comunicativo en una situación dada adaptándose a las necesidades de los receptores, el nivel de especialización del texto y las características esenciales de los conceptos especializados.

De otra parte, el modelo de uso de ilustraciones resultante (véase apartado § 6.4) podrá ser adaptado a los distintos subdominios de la ciencia y la tecnología (Ciencias Ambientales, Medicina, Ingeniería genética, Arquitectura o Mecánica) especificando los tipos de ilustraciones concretos (mapa de suelo, vista explotada, imágenes de resonancia magnética, croquis, dibujo a mano alzada, etc.) más adecuados en cada situación comunicativa. Además, sería muy interesante realizar estudios similares en otras áreas de especialidad como las Humanidades, las Ciencias Sociales o el Derecho, entre otras, e incluso con textos de la lengua general que, desde un punto de vista contrastivo, completen los resultados de esta tesis y amplíen nuestras conclusiones.

Con independencia de lo anterior, cualquier estudio sobre información gráfica, incluida esta tesis doctoral, debe contar con una sólida fundamentación que dé cuenta de la relación entre representaciones internas y externas, es decir, de cómo se comportan las imágenes mentales, cuál es su papel en la comprensión de conceptos especializados y en qué medida son el origen o el resultado de procesos de visualización de imágenes reales o de los elementos pictóricos representados en soportes gráficos. En tanto en cuanto esta cuestión no quede aclarada, será difícil analizar cualquier aspecto de la información gráfica.

Como se ha visto, las limitaciones que hemos encontrado proceden de aspectos sobre los que aún no se ha profundizado lo suficiente ni en la teoría ni en la práctica, sea por la necesidad de investigar modelos teóricos que expliquen los fenómenos cognitivos que experimentan las formas de representación del conocimiento especializado generadas en entornos multimedia, sea por la necesidad de desarrollar aplicaciones informáticas más versátiles capaces de trabajar con textos multimedia. Todas estas líneas de investigación, en su conjunto, contribuyen a la visualización del conocimiento especializado, esto es, a hacer visible y accesible el conocimiento de un dominio de especialidad de modo que pueda ser identificado, reconocido, compartido, discutido, aplicado y, en última instancia, comunicado.

CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

En este apartado exponemos las conclusiones principales a las que nos han llevado los resultados de nuestro estudio, pues el apartado § 6 recoge ya algunas conclusiones preliminares, alcanzadas tras la interpretación de los datos obtenidos en el análisis del corpus. A continuación presentamos las conclusiones relativas a:

- a) el *continuum* de especialidad del que partíamos al comienzo del estudio;
- b) la clasificación de los textos según el nivel de especialización;
- c) los parámetros que constituyen nuestra clasificación de la información gráfica y
- d) las imágenes prototípicas de los textos especializados, semiespecializados y divulgativos.

La hipótesis que planteábamos al comienzo ha quedado validada. Esta suponía la existencia de un *continuum* a lo largo del cual se distribuían los textos de especialidad junto a otro *continuum* paralelo que permitía organizar la información gráfica presente en textos de diferente nivel de especialización pertenecientes al dominio de la Gestión integrada de zonas costeras.

Los datos obtenidos han puesto de manifiesto la posibilidad de caracterizar los textos según su nivel de especialización. Aunque para ello pueden emplearse distintas clasificaciones, todas tienen en cuenta los factores extratextuales que configuran la pragmática de la situación comunicativa, en concreto, las características de los receptores y el medio a través del que se transmite la información especializada. A pesar de que es una tarea compleja, ya que la línea que separa lo especializado y lo general es difusa, es evidente que existen textos más especializados que otros, todos ellos susceptibles de utilizar información gráfica, si bien hay que estudiar la correspondencia entre el nivel de especialización del texto y el tipo de imagen que suele llevar aparejado.

De ello se deduce que también existen ilustraciones más o menos especializadas. No obstante, más importante que determinar el nivel de especialización de una imagen es identificar las características que han de tener las ilustraciones para ser coherentes con las condiciones pragmáticas de la situación comunicativa en la que se circunscriben.

Con este propósito, nuestra clasificación de información gráfica conjuga tres parámetros de carácter semiótico y cognitivo que han servido para establecer la relación entre los distintos tipos de ilustraciones y los textos científicos y técnicos de distinto nivel de especialización.

La clasificación ha puesto de relieve la existencia de una serie de tipos de ilustraciones que guardan una relación más o menos próxima con el texto en función de la activación en mayor o menor grado de la iconicidad, la abstracción y el dinamismo, criterios empleados para la caracterización de los tipos de información gráfica que aparecen en textos científico-técnicos. En relación con estos tres parámetros, podemos concluir lo siguiente:

- La iconicidad destaca el carácter semiótico de los elementos visuales y, por tanto, la susceptibilidad de representar y transmitir conocimiento especializado. Las imágenes icónicas suelen estar vinculadas a conceptos que aluden a entidades materiales, mientras que las no icónicas son útiles para la representación de objetos inmateriales y relaciones. En consecuencia, la iconicidad analiza, desde la Semiótica, el vínculo que mantienen signo y referente.
- El nivel de abstracción, por su parte, hace referencia, de un lado, a la competencia cognitiva de los receptores que guía el proceso de categorización y, de otro, a la complejidad intrínseca a los propios conceptos especializados. Las imágenes abstractas aparecen asociadas a conceptos complejos y difíciles de comprender a priori sin conocimiento previo en el dominio de especialidad, mientras que las imágenes no abstractas representan conceptos sencillos que sirven de puente para la comprensión de nociones más complejas, mediante el reconocimiento, la asociación de ideas y las extensiones metafóricas y metonímicas. Las imágenes abstractas representan los conceptos con un grado de especificidad mayor, de ahí que suelen aparecer en textos más especializados donde la información se presenta en detalle.
- El dinamismo pone de relieve la naturaleza multidimensional de los conceptos de la ciencia, que pueden ser observados desde diversas perspectivas (teórica, aplicada o didáctica) mediante la representación explícita o implícita de movimiento. Al mismo tiempo pone de manifiesto la relación de la imagen con la

esencia del concepto aludido. A diferencia de los dos parámetros anteriores, que eran graduales (a modo de variables escalares), el dinamismo es un rasgo que puede estar presente o no en la imagen pero en el que no caben grados. Las imágenes dinámicas permiten representar gráficamente los procesos que expresan cambios en el tiempo o en el espacio, mientras que las no dinámicas se refieren a entidades estáticas. En definitiva, el dinamismo se hace necesario para dar cuenta de la abundancia de conceptos de naturaleza dinámica en dominios de especialidad cambiantes y en constante evolución como la Gestión integrada de zonas costeras.

Todas estas características se han revelado imprescindibles para el diseño de un modelo de uso de ilustraciones en textos científico-técnicos que ponga en relación:

- a) el nivel de especialización del texto;
- b) las condiciones pragmáticas de la ilustración, determinadas por los niveles de iconicidad y abstracción;
- c) la naturaleza del concepto especializado, dada por la presencia o ausencia de dinamismo.

Como hemos visto, la información gráfica no es exclusiva de textos ligados a formatos multimedia sino que es también frecuente en textos difundidos en soporte papel. Ni siquiera es propia de la lengua general sino que las lenguas de especialidad recurren a ella habitualmente para la representación de conceptos especializados.

No obstante, la frecuencia con la que los textos de especialidad emplean información gráfica varía en función del nivel de especialización. Así, los textos altamente especializados son los que menos recurren al uso de imágenes, siendo los divulgativos los que más emplean recursos visuales. Se confirma la tendencia decreciente que experimenta la cantidad de información gráfica al aumentar el nivel de especialización de los textos.

Con todo ello se han podido identificar las ilustraciones prototípicas para cada nivel de especialización, como resumimos a continuación:

- En un extremo del *continuum* encontramos las imágenes prototípicas de los textos especializados y altamente especializados, el Tipo H (no icónica, abstracta

y no dinámica). Este tipo de ilustraciones contribuye a mantener los niveles de eficacia comunicativa propios de una situación simétrica pues presentan las características más adecuadas para representar los conceptos especializados y transmitirlos a receptores a los que se presupone una competencia cognitiva elevada, por tratarse de una comunicación intraprofesional. Las imágenes prototípicas de los textos especializados representan conceptos complejos basados en relaciones con otros conceptos inmateriales sin existencia real.

- En el otro extremo del *continuum* se sitúan las imágenes prototípicas de los textos divulgativos, el Tipo C (icónica, no abstracta y no dinámica). Estas imágenes presentan las características opuestas a las de Tipo H, confirmando así la existencia del *continuum*. Asimismo, suelen representar conceptos sencillos que aluden a objetos del mundo real, propios de una comunicación profesional-lego.
- A mitad de camino entre lo especializado y lo divulgativo se sitúan los textos semiespecializados, que no muestran un tipo de imagen prototípico, sino que recurren a los prototipos de los textos especializados y divulgativos, es decir, a los Tipos H y C. Podemos afirmar, por tanto, que el nivel semiespecializado, lejos de constituir una categoría por sí mismo, supone un punto indefinido a mitad del *continuum* sin características propias, pues aglutina textos más heterogéneos que aglutinan rasgos de textos pertenecientes a niveles de especialización superiores e inferiores. Se trata generalmente de una comunicación interprofesional.

Gracias a la clasificación propuesta ha sido posible diseñar un modelo de uso de ilustraciones que determina la ubicación de cada tipo de imagen a lo largo del *continuum* y describe el uso de información gráfica por parte de comunicadores especializados.

En definitiva, nuestra investigación ha puesto de manifiesto que es posible buscar criterios de clasificación de las imágenes con el fin de promover un uso razonado alejado del empleo arbitrario y poco selectivo que se observa en los nuevos documentos surgidos a raíz de los avances en las TIC. De ello se deriva la necesidad de profundizar en el estudio de nuevas formas de representación del conocimiento, pues el

acercamiento que hemos realizado en esta tesis doctoral al estudio de la información gráfica ha reconocido los beneficios que de esta pueden obtenerse:

- fomentar la memoria;
- agilizar el acceso a la información terminológica almacenada en el lexicón mental;
- facilitar la comprensión favoreciendo la categorización de nuevos conceptos y
- aprender a codificar información en un medio de representación gráfica.

A pesar de todo lo expuesto hasta ahora, somos conscientes de que los resultados del presente estudio no pueden generalizarse ni deben extrapolarse a cualquier lenguaje de especialidad, pues el tema de la visualización del conocimiento especializado es un ámbito aún por explorar. Sin embargo, creemos que pueden contribuir a avanzar en el estudio de nuevas formas de representación del conocimiento y sus posibles aplicaciones en la traducción especializada y en la creación de bases de datos terminológicas multimedia.

Por este motivo, es de capital importancia que los planes de estudio de Traducción e Interpretación presten atención a la información gráfica y fomenten la enseñanza del lenguaje visual de cara a mejorar la resolución de problemas y promover una actitud crítica y reflexiva que les permita producir, manipular y adaptar material gráfico.

Por otra parte, reconocemos el carácter particular y novedoso de este estudio por la metodología empleada, pues parte de una perspectiva cualitativa combinada con una investigación cuantitativa a partir de una adaptación de las técnicas de análisis de corpus. De hecho, una vez etiquetadas las imágenes del corpus, se puede relacionar la información gráfica con las palabras más frecuentes de su cotexto y estudiar los conceptos a los que hacen referencia y el tipo de vínculo existente entre imagen y concepto especializado. En última instancia, nuestro trabajo puede ser de utilidad para:

- Conocer mejor el campo de la visualización del conocimiento.
- Aprender a interpretar las imágenes y dotarlas de significado dentro de su contexto cultural.

- Analizar la morfología y la sintaxis de las ilustraciones en lo referente al estilo y la composición.
- Estudiar las técnicas empleadas para la producción de material gráfico.
- Evaluar el valor estético de la información gráfica.
- Valorar la adecuación de las imágenes a la situación de recepción a partir del propósito y las características del público receptor.
- Aprehender la sinergia, la interacción y valor comunicativo de las imágenes.

Una vez cumplidos los objetivos marcados al inicio de la tesis y aun siendo conscientes de las limitaciones que hemos expuesto, concluimos aquí este trabajo que proponemos como un primer acercamiento a la investigación de la información gráfica en Terminología y cuyas aplicaciones abren nuevas perspectivas de estudio en Traducción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOST, R. 1998. "La importància de la variació lingüística en la traducció". *Quaderns: Revista de traducció*, vol. 2, pp. 83-95.
- ALCÍBAR, M. 2004. "La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva". *Análisi*, vol. 31, pp. 43-70.
- ALCINA CAUDET, A. 2001. "El español como lengua de la ciencia y de la medicina". *Panacea*, vol. 2, no. 4, pp. 47-50.
- ALESANDRINI, K. L. 1984. "Pictures and adult learning". *Instructional Science*, vol. 13, pp. 63-77.
- ANGLIN, G., VAEZ, H. y CUNNINGHAM, K. L. 2004. "Visual representations and learning: the role of static and animated graphic". *Visualization and Learning*, vol. 33, pp. 865-917.
- ARNHEIM, R. 1969. *Visual thinking*. University of California Press, Berkeley.
- BADDELEY, A. D. 1986. *Working memory*. Clarendon Press, Oxford.
- BODEMER, D., PLOETZNER, W., FEUERLEIN, I. y SPADA, H. 2004. "The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualizations". *Learning and Instruction*, vol. 14, no. 3, pp. 325-341.
- BOWKER, L. and PEARSON, J. 2002. *Working with specialized language: a practical guide to using corpora*. Londres: Routledge.
- BURKHARD, R. 2005. "Towards a framework and a model for knowledge visualization: synergies between information and knowledge visualization". En S. O. Tergan y T. Keller (eds.), *Knowledge and Information Visualization: searching for synergies*. Springer, Berlín, pp. 238-255.
- CABRÉ, M. T. 2007. "Términos y palabras en los diccionarios". En J. Cuartero Otal y M. Emsel (eds.), *Vernetzungen: Bedeutung in Wort, Satz und Text. Festschrift für Gerd Wotjak zum 65. Geburtstag*. Peter Lang, Frankfurt am Main, pp. 71-84.
- CABRÉ, M. T. 2005. "La terminología una disciplina en evolución: pasado, presente y algunos elementos de futuro". *Revista Debate Terminológico*, vol. 1, París.

- CABRÉ, M. T. 2003. *Theories of Terminology*. John Benjamins, Amsterdam/Filadelfia.
- CABRÉ, M. T. 2002. "Textos especializados y unidades de conocimiento: metodología y clasificación". En J. García Palacios y M. T. Fuentes (eds.), *Texto, terminología y traducción*. Ediciones Almar, Salamanca, pp. 15-36.
- CABRÉ, M. T. 1999a. *Terminology: theory, methods and applications*. John Benjamins, Amsterdam/Filadelfia.
- CABRÉ, M. T. 1999b. *La terminología, representación y comunicación: elementos para una teoría de base comunicativa y otros artículos*. IULA-UPF, Barcelona.
- CABRÉ, M. T. 1998a. "Elementos para una teoría de la terminología: hacia un paradigma alternativo". *Revista académica del Colegio de Traductores Públicos de la ciudad de Buenos Aires*, vol. 1, no. 1, pp. 59-78.
- CABRÉ, M. T. 1998b. "Précisions sur le discours de spécialité". En P. Fiala y P. Lafon (eds.), *Des mots en liberté: mélanges offerts à Maurice Tournier*. ENS Éditions, Fontenay, pp. 97-106.
- CABRÉ, M. T. 1998c. "Variació per tema: el discurs especialitzat o la variació funcional determinada per la temàtica". *Caplletra, Revista Internacional de Filologia*, vol. 25, pp. 173-196.
- CABRÉ, M. T., DOMÈNECH, M., MARTÍ, J. y ROJO, A. 2001. "Las características del conocimiento especializado y la relación con el conocimiento general". En M. T. Cabré y Judith Feliu (eds.), *La terminología científico-técnica: reconocimiento, análisis y extracción de información formal y semántica*. IULA-UPF, Barcelona, pp. 173-186.
- CABRÉ, M. T., FELIU, J. y TEBÉ, C. 2001. "Bases cognitivas de la terminología: hacia una visión comunicativa del concepto". *Sendebarr*, vol. 12, pp. 301-310.
- CABRÉ, M. T. y GÓMEZ DE ENTERRÍA, J. 2006. *La enseñanza de los lenguajes de especialidad: la simulación global*. Gredos, Madrid.
- CÁMARA, L. 2004. "La representación lingüística del conocimiento y su relevancia en la ingeniería lingüística". *Hipertext.net* [En línea], vol. 2, Disponible en: <http://www.hipertext.net/web/pag224.htm>.

- CARPENTER, P. y SHAH, P. 1998. "A model of the perceptual and conceptual processes in graph comprehension". *Journal of Experimental Psychology: Applied*, vol. 4, pp. 75-100.
- CASSANY, D. y MARTÍ, J. 1998. "Estrategias divulgativas del concepto príon". *Quark: ciencia, medicina, educación y cultura*, vol. 12. Universidad Pompeu Fabra, Barcelona.
- CERRATO, M. D. 2004. *La comprensión de ilustraciones en textos científico-técnicos. Aplicación a la Traducción*. Trabajo de investigación tutelada, Universidad de Granada, Granada.
- CIAPUSCIO, G. 2003. *Textos especializados y terminología*. IULA-UPF, Barcelona.
- CIAPUSCIO, G. 2000. "La terminología en la descripción y tipificación del discurso especializado". *Actas del VII Simposio RiTerm*, 14-17 noviembre 2000, Lisboa.
- CIAPUSCIO, G. y KUGUEL, I. 2002. "Hacia una clasificación del discurso especializado: aspectos teóricos y aplicados". En J. García y M. T. Fuentes (eds.) *Texto, terminología y traducción*. Ediciones Almar, Salamanca, pp. 37-73.
- CLEMENS, M. 2006. *Visual modelling and facilitation for complex business problem* [Página web de Marshall Clemens], [En línea]. Disponible en: <http://www.idiagram.com>.
- CODINA, L. 2007. "Obtención, edición y gestión de imágenes recursos de libre acceso". *El profesional de la información*, vol. 16, no. 5, pp. 512-517.
- CUENCA, M. J. y HILFERTY, J. 1999. *Introducción a la lingüística cognitiva*, Ariel, Barcelona.
- COOK, L. y MAYER, R. 1988. "Teaching readers about the structure of scientific texts". *Journal of Educational Psychology*, vol. 80, no. 4, pp. 448-456.
- COOK, M. P. 2006. "Visual representations in science education: the influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles". *Science Education*, vol. 90, pp. 1073-1091.

- CRUZ, E. 2002. "Lexicografía y Terminología". *Actas del VIII Simposio Iberoamericano de Terminología: La Terminología, entre la globalización y la localización*. RITerm, 28-31 octubre 2002, Cartagena de Indias.
- DOMÈNECH, O. 2006. *Textos especialitzats i variació vertical: la diversitat terminològica com a factor discriminant del nivell d'especialització d'un text*. Tesis doctoral. Institut Universitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra.
- DUCHASTEL, P. y WALLER, R. 1979. "Pictorial illustrations in instructional texts". *Educational Technology*, vol. 19, no. 11, pp. 20-25.
- EAGLES (Expert Advisory Group on Language Engineering Standards) 1996. *Text Group Corpora Reading Guide* [Página web del Istituto di Linguistica Computazionale], [En línea]. Disponible en: <http://www.ilc.cnr.it/EAGLES96/corpintr/corpintr.html>.
- ELENA GARCÍA, P. 2007. "El papel de la información textual en el proceso de lectura del texto especializado". *Panacea*, vol. 8, no. 26, pp. 138-148.
- EPPLER, M. y BURKHARD, R. 2007. "Visual representations in knowledge management: framework and cases". *Journal of Knowledge Management*, vol. 4, pp. 112-122.
- ESTANY, A. 2001. "La conceptualización de la realidad". En M. T Cabré y J. Feliu (eds.) *Terminología y cognición*. IULA-UPF, Barcelona, pp. 39-74.
- FABER, P. 2005. *La traducción del discurso científico y su terminología*. Discurso de apertura del curso académico 2005-06. Universidad de Granada.
- FABER, P., LEÓN, P., PRIETO, J. A. y REIMERINK, A. 2007. "Linking images and words: the description of specialized concepts". *International Journal of Lexicography*, vol. 20, no. 1, pp. 39-65.
- FABER, P., LÓPEZ, C. I. y TERCEDOR, M. I. 2001. "La utilización de técnicas de corpus en la representación del conocimiento médico". *Terminology*, vol. 7, no. 2, pp. 167-197.
- FABER, P. y MAIRAL, R. 1999. *Constructing a lexicon of English verbs*, Mouton de Gruyter, Berlín.

- FABER, P., MÁRQUEZ, C. y VEGA, M. 2006. "Framing Terminology: a process-oriented approach", *META, Translator's Journal*, vol. 50, no. 4.
- FABER, P., MONTERO, S., CASTRO, M. R., SENSO, J., PRIETO, J. A., LEÓN, P., MÁRQUEZ, C. y VEGA, M. 2006. "Process-oriented terminology management in the domain of Coastal Engineering". *Terminology*, vol. 12, no. 2, pp. 189-213.
- FELBER, H. 1984. *Terminology manual*. Unesco-Infoterm, París.
- FERNANDES, C. 2004. *Interactions between words and images in lexicography: towards new multimedia dictionaries*. Tesis doctoral. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- FERNÁNDEZ POLO, F. J. 1999. *Traducción y retórica contrastiva: a propósito de la traducción de textos de divulgación científica del inglés al español*. Servicio de publicaciones Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- FILLMORE, C. 1982. "Frame semantics. En The Linguistic Society of Korea (ed.), *Linguistics in the morning calm*. Hanshin, Seúl, pp. 111-137.
- FILLMORE, C., JOHNSON, C. y PETRUCK, M. 2003. "Background to FrameNet". *International Journal of Lexicography*, vol. 16, no. 3, pp.235-250.
- FIRTH, J. R. 1957. "A Synopsis of Linguistic Theory, 1930-1955". En Philological Society (ed.), *Studies in Linguistic Analysis*, pp. 1-32.
- FLEMING, M. y LEVIE, W. 1978. *Instructional Message Design*. Educational Technology Publication, EngleWood Cliffs, Nueva Jersey.
- FORRESTER, M. 2000. *Psychology of the image*, Routledge, Londres.
- FREIXA, J. 2006. "Causes of denominative variation in terminology: a typology proposal". *Terminology*, vol. 12, no. 1, pp. 51-77.
- FREIXA, J. 2005. "Variación terminológica: ¿por qué y para qué?". *META, Translator's Journal*, vol. 50, no. 4.
- FREIXA, J., KOSTINA, I. y CABRÉ, M. T. 2002. "La variación terminológica en las aplicaciones terminográficas". *Actas del VIII Simposio Iberoamericano de Terminología: La Terminología, entre la globalización y la localización*. RITerm, 28-31 octubre 2002, Cartagena de Indias

- GALINSKI, C. y PICHT, H. 1997. "Graphic and other semiotic forms of knowledge representation in terminology management". En S. E. Wright y G. Budin (eds.), *Handbook of terminology management*. John Benjamins, Ámsterdam, pp. 42-62.
- GAMERO PÉREZ, S. 2001. *La traducción de textos técnicos*, Ariel, Barcelona.
- GLÄSER, R. 1993. "A multi-level model for a typology of LSP genres". *Fachsprache: International Journal of LSP*, vol. 15, no. 1-2, pp. 18-26.
- GRAESSER, A., LEÓN, J. A. & OTERO, J. 2002. *The psychology of science text comprehension*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N. J.
- GRUPO DE INVESTIGACIÓN ONCO TERM 2002. "OncoTerm: Sistema bilingüe de información y recursos oncológicos". En G. Guerrero & M. F. Pérez (eds.), *Panorama actual de la terminología*. Comares, Granada.
- GUTIÉRREZ RODILLA, B. 1998. *La ciencia empieza en la palabra: análisis e historia del lenguaje científico*. Península, Barcelona.
- HALLIDAY, M., MCINTOSH, A. y STREVEVS, P. 1964. *The linguistic Sciences and Language Teaching*. Longman, Londres.
- HOFFMANN, L. 1998. "Característiques del llenguatges d'especialitat". En J. Brumme (ed.), *Llenguatges d'especialitat: selecció de textos*. IULA-UPF, Barcelona, pp. 21-70.
- HOFFMANN, L. 1987. "Grundströmungen in der Fachsprachenforschung". En L. Hoffman (ed.), *Kommunikationsmittel Fachsprache. Eine Einführung*. Akademie-Verlag, Berlín, pp. 21-71.
- HORN-HELF, B. 2005. "Visualized information in multilingual translations". En H. Gerzymisch-Arbogast y S. Nauert (eds.), *Challenges of Multidimensional Translation: Conference Proceedings*.
- INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION (ISO) 2000. Norma ISO 704. *Terminology work: principles and methods*, Ginebra.
- JUNG, L. y PRIETO, J. A. 2005. "Acerca de la perspectiva en las unidades terminológicas". En N. A. Campos Plaza, M. A. García Peinado, E. Ortega Arjonilla y C. Vilvandre de Sousa (eds.), *El español, lengua de cultura, lengua de*

- traducción: aspectos teóricos, metodológicos y profesionales*. Editorial Atrio, Granada, pp. 191-199.
- KAPLAN, R. B. 1988. "Contrastive rhetoric and second language learning: notes toward a theory of contrastive rhetoric". En A.C. Purves (ed.), *Writing across languages and cultures: issues in contrastive rhetoric*. SAGE publications, California.
- KIRSCHNER, P. A. 2002. "Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning". *Learning and Instruction*, vol. 12, no. 1, pp. 1-10.
- KORKAS, V. y PAVLIDES, P. 2004. "*Teaching aspects of LSP to non-specialists: a case for background courses in translation studies programmes*". *The Journal of Specialised Translation*, vol. 2, pp. 21-33.
- LAVIOSA, S. 1998. "The corpus-based approach: a new paradigm in translation studies". *META, Translator's Journal*, vol. 43, no. 4, pp. 1-6.
- LENGLER, R. y EPPLER, M. 2007. "Towards a periodic table of visualization methods for management". *IASTED Proceedings of the Conferences on Graphics and Visualization in Engineering*. Clearwater, Florida, EE UU.
- LEVIE, W. y LENTZ, R. 1982. "Effects of text illustrations: a review of research". *Educational communication and technology: a journal of theory, research and development*, vol. 30, no. 4, pp. 195-232.
- LEVIN, J. R. 1981. "On functions of pictures in prose". En J. F. Pirozzolo y M. C. Wittrock (eds.), *Neuropsychological and cognitive processes in reading*. Academic Press, Nueva York, pp. 203-228.
- LINELL, P. 1998. "Discourse across boundaries: On recontextualizations and the blending of voices in professional discourse". *Text*, vol. 18, no. 2, pp. 143-157.
- LOFFLER-LAURIAN, A. M. 1983. "Typologie des discours scientifiques: deux approches". *Etudes de linguistique appliquée*, vol. 51, pp. 8-20.
- LOHSE, G., BIOLSI, K., WALKER, N. y RUETER, H. 1994. "A classification of visual representations". *Communications of the ACM*, vol. 37, no. 12, pp. 36-49.
- LÓPEZ RODRÍGUEZ, C. I. 2002. "Extracción de información conceptual, textual y retórica en terminología: la distribución de verbos en resúmenes de artículos

- experimentales". En P. Faber y C. Jiménez (eds.), *Investigar en Terminología*, Comares, Granada, pp. 167-198.
- LÓPEZ, C. I., TERCEDOR, M. I. y FABER, P. 2006. "Gestión terminológica basada en el conocimiento y generación de recursos de información sobre el cáncer: el proyecto OncoTerm". *Revista eSalud*, vol. 2, no. 8. [En línea]. Disponible en: <http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/issue/view/8>.
- LLORENTE CÁMARA, E. 2000. "Imágenes en la enseñanza". *Revista de Psicodidáctica*, vol. 9.
- MARINKOVICH, J. 2005. "Las estrategias de reformulación: el paso desde un texto fuente a un texto de divulgación didáctica". *Literatura y lingüística*, vol. 16, pp. 191-210.
- MÁRQUEZ LINARES, C. F. 2002. "Polisemia, vaguedad referencial y terminología". En P. Faber y C. Jiménez (eds.), *Investigar en Terminología*, Comares, Granada, pp. 215-226.
- MARSH, E. y WHITE, M. 2003. "A taxonomy of relationships between images and text". *Journal of Documentation*, vol. 59, no. 6, pp. 647-672.
- MARTÍN MINGORANCE, L. 1989. "Functional Grammar and Lexematics". En J. Tomaszczyk y B. Lewandowska (eds.), *Meaning and Lexicography*, John Benjamins, Ámsterdam/Filadelfia, pp. 227-253.
- MARTIN, W. 2006. "Frame-based lexicons and the making of dictionaries". En E. Corino, C. Marello y C. Onesti (eds.), *Actas del XII Congreso Internacional de Lexicografía Euralex*, Università degli Studi di Torino, Turín.
- MARTÍNEZ, E. 2000. "Lenguaje icónico y lenguaje verbal en el ordenador". En *Actas de las IV Jornadas del Seminario de Iniciativas sobre Discapacidad y Accesibilidad en la Red SIDAR: Nuevos lenguajes y nuevos retos en el Diseño para todos*. 6-8 noviembre 2000, Madrid.
- MAYER, R. 1989. "Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text". *Journal of Educational Psychology*, vol. 81, no. 2, pp. 240-246.

- MAYER, R. y ANDERSON, R. 1992. "The instructive animation: helping students build connections between words and pictures in multimedia learning". *Journal of Educational Psychology*, vol. 84, no. 4, pp. 444-52.
- MAYER, R. y GALLINI, J. 1990. "When is an illustration worth ten thousand words?" *Journal of Educational Psychology*, vol. 82, no. 4, pp. 715-726.
- MELBY, A. 1995. *The Possibility of Language: a discussion of the nature of language with implications for human and machine translation*. John Benjamins, Ámsterdam/Filadelfia.
- MENDILUCE CABRERA, G. 2005. *Estudio comparado inglés/español del discurso biomédico escrito: la secuenciación informativa, la matización asertiva y la conexión argumentativa en la introducción y la discusión de artículos biomédicos escritos por autores nativos y no nativos*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.
- MISHRA, P. 1999. "The role of abstraction in scientific illustration: implications for pedagogy". *Journal of Visual Literacy*, vol. 19, no. 2, pp. 139-158.
- MOGOLLÓN, G. I. 2003. "Paradigma científico y lenguaje especializado". *Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela*, vol. 18, no. 3, pp. 5-14.
- MONTERDE REY, A. M. 2004a. "Importancia de la ilustración para la traducción técnica: estudio en el campo de la aeronáutica". En C. Gonzalo García et al. (eds.), *Manual de documentación, terminología y traducción especializada*. Arco/Libros, Madrid, pp. 259-274.
- MONTERDE REY, A. M. 2004b. "Evolución de modelos de formas de representación del conocimiento a nivel terminológico: propuesta de un modelo actual". *LSP and Professional Communication*, vol. 4, no. 1, pp. 49-68.
- MONTERDE REY, A. M. 2002a. "Relationship and dependency between linguistic and non-linguistic forms of concept representation: a study of texts and addressed to experts and students", *LSP and Professional Communication*, vol. 2, no. 2, pp. 31-48.

- MONTERDE REY, A. M. 2002b. "Terminología: estudio de las distintas formas de representación conceptual en textos técnicos y su relación con la traducción". En A. S. Ramírez Jáimez (ed.), *Actas de las II Jornadas de Jóvenes Traductores*. Servicio de Publicaciones de la ULPGC, Las Palmas de Gran Canaria.
- MORENO ORTIZ, A. y PÉREZ HERNÁNDEZ, C. 2000. "Reusing the Mikrokosmos ontology for concept-based multilingual terminology databases". *Proceedings of the 2nd International Conference on Language Resources and Evaluation*. 30 mayo-2 junio 2000, Atenas.
- NWOGU, K. N. 1997. "The medical research paper: structure and functions". *English for Specific Purposes*, vol. 16, no. 2, pp. 119-38.
- OTTINO, J. 2003. "Is a picture worth 1,000 words?". *Nature*, vol. 421, pp. 474-476.
- PAIVIO, A. 1986. *Mental representations: a dual-coding approach*. Oxford University Press, Nueva York.
- PAIVIO, A. 1971. *Imagery and verbal processes*. Holt, Rinehart & Winston, Nueva York.
- PARODI, G. 2004. "Textos de especialidad y comunidades discursivas técnico-profesionales: una aproximación basada en corpus computarizado". *Estudios filológicos*, vol. 39, pp. 7-36.
- PARRISH, P. 1999. *Instructional illustrations* [Página web de Comet Program], [En línea]. Disponible en: <http://www.comet.ucar.edu/presentations/illustra/index.htm>.
- PARK, O., y HOPKINS, R. 1993. "Instructional conditions for using dynamic displays: A review". *Instructional Science*, vol. 21, pp. 427-449.
- PÉREZ HERNÁNDEZ, C. 2002. *Explotación de los corpórea textuales informatizados para la creación de bases de datos terminológicas basadas en el conocimiento*, Tesis doctoral. Universidad de Málaga.
- PICHT, H. 2002. "La representación de objetos y conceptos". En Manuel Fernando Pérez Lagos y Gloria Guerrero Ramos (eds.), *Panorama actual de la terminología*, Granada: Comares, pp. 275-306.

- PINTO MOLINA, M. 2006. *IMATEC: Laboratorio para el análisis de imágenes*. [En línea]. Disponible en: <http://www.mariapinto.es/imatec/index.htm>.
- POWLEY, W. 1995. "Technical and scientific illustrations: from pen to computer", En Society for technical communication (ed.), *Visual Communication: Proceedings of the Annual Conference of the Society for Technical Communication*, Arlington, Virginia, EE UU.
- POZO, Y. y POSTIGO, J. I. 2004. "On the road to graphicacy: the learning of graphical representation systems". *Educational Psychology*, vol. 24, no. 5, pp. 623-644.
- PRIETO, J. A. En prensa. "Towards a usage-based model of graphic information in scientific and technical texts". En M. M. Fernández y R. Muñoz (eds.), *Aproximaciones cognitivas al estudio de la Traducción y la Interpretación*. Comares, Granada.
- PRIETO, J. A. 2007a. "Hacia un modelo de uso de ilustraciones en el discurso científico-técnico". *Sendebarr*, vol. 18, pp. 127-158.
- PRIETO, J. A. 2007b. "Visualizar para traducir: cómo gestionar la terminología en traducción científica y técnica". En: M. C. Balbuena Torezano y A. García Calderón (eds.), *Traducción y mediación cultural: reflexiones interdisciplinarias*. Atrio, Granada.
- PRIETO, J. A., TERCEDOR, M. I. y LÓPEZ, C. I. 2007. "Using multimedia materials in the teaching of scientific and technical translation". *Linguistica Antverpiensia: New Series*, vol. 6, pp. 115-134.
- REY DALUZ, F. 2005. *Imagen científica: fábula del ilustrador científico*. [En línea] Disponible en: <http://www.imagencientifica.com/imagen.php>.
- ROGERS, M. 2004. "Multidimensionality in concepts systems: a bilingual textual perspective". *Terminology*, vol. 10, no. 2, pp. 215-240.
- SAGER, J. C., DUNGWORTH, D. y McDONALD, P. 1980. *English special languages: principles and practice in science and technology*. Brandstetter, Wiesbaden.

- SALAVERRÍA, R. 2002. "Técnicas redaccionales para la divulgación científica". En Ramón Salaverría et al. (eds.), *En torno al periodismo científico: aproximaciones*. Mediatika: Cuadernos de Medios de Comunicación, San Sebastián, pp. 13-25.
- SÁNCHEZ TRIGO, E. 2005. "Investigación traductológica en traducción científica y técnica". *TRANS: revista de traductología*, vol. 9, pp. 131-148.
- SCHANK, R. y ABELSON, R. 1977. *Scripts, Plans, Goals and Understanding*. Lawrence Erlbaum Associates, Nueva York.
- SCHNOTZ, W. 1993. "On the relation of dual coding and mental models in graphic comprehension". *Learning and Instruction*, vol. 3, no. 3, pp. 247-249.
- SCHNOTZ, W. y BANNERT, M. 2003. "Construction and interference in learning from multiple representation". *Learning and Instruction*, vol. 13, no. 2, pp. 141-156.
- SEVILLA, M. 2003. "Didáctica de la interpretación de textos producidos con códigos no verbales". *Didáctica (Lengua y Literatura)*, vol. 15, pp. 191-202.
- SEVILLA, M. y SEVILLA, J. 2003. "Una clasificación del texto científico-técnico desde un enfoque multidireccional". *Language Design*, vol. 5, pp. 19-38.
- SEVILLA, M. y SEVILLA, J. 1999. "La aplicación de los gráficos en la enseñanza de la traducción científico-técnica". *Didáctica (Lengua y Literatura)*, vol. 11, pp. 145-160.
- SWALES, J. M. 1990. *Genre analysis: English in academic and research settings*, Cambridge University Press, Cambridge.
- TEMMERMAN, R. 2000. *Towards new ways of terminology description: the sociocognitive approach*. John Benjamins, Ámsterdam/Filadelfia.
- TEMMERMAN, R. y KERREMANS, K. 2003. "Termonography: Ontology Building and the Sociocognitive Approach to Terminology Description". *CIL17 - Proceedings of the XVII International Congress of Linguists*, Praga.
- TERCEDOR, M. I. y ABADÍA, F. 2005. "The role of images in the translation of scientific and technical texts". *META, Translator's Journal*, vol. 50, no. 4.
- TERCEDOR, M. I. y LÓPEZ, C. I. 2004. "Problemas, evaluación y calidad en traducción científica y técnica". *Sendebarr*, vol. 15, pp. 29-43.

- TERCEDOR, M. I. y LÓPEZ, C. I. 2003. "Calidad en traducción científica y técnica: gestión terminológica y criterios de evaluación". En Natividad Gallardo San Salvador (ed.), *Terminología y traducción: un bosquejo de su evolución*. Atrio, Granada, pp. 213-226.
- TERCEDOR, M. I., LÓPEZ, C. I. y PRIETO, J. A. 2007. "Accesibilidad web y material multimedia: la descripción de imágenes". En B. Ruiz y F. Utray (ed.), *Actas del I Congreso de Accesibilidad a los medios audiovisuales para personas con discapacidad, AMADIS*. Real Patronato sobre Discapacidad, Centro Español de Subtitulado y Audiodescripción, Madrid, pp. 73-82.
- TERCEDOR, M. I., LÓPEZ, C. I. y ROBINSON, B. 2005. "Textual and Visual Aids for E-learning translation courses". *META, Translator's Journal*, vol. 50, no. 4.
- TRIMBLE, L. 1985. *English for science and technology: a discourse approach*. Cambridge University Press, Cambridge.
- UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 1988. *Proyecto de nomenclatura internacional normalizada relativa a la ciencia y la tecnología*.
- VALVERDE, J. 2001. *La imagen* [Página web de la Universidad de Extremadura]. [En línea]. Disponible en: http://www.unex.es/didactica/Tecnologia_Educativa/PDF/Imagen.pdf
- WORLD WIDE WEB CONSORTIUM 2005. *Introduction to Web Accessibility*. [En línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>.

APÉNDICES

APÉNDICE I: GLOSARIO ESENCIAL DE TÉRMINOS¹²

Términos inglés-español	Definición
EN acoustic doppler current profiler ES sistema de medición acústica de corrientes Doppler	tipo de sónar que trata de registrar la velocidad de las corrientes marinas a distintas profundidades.
EN air water jet ES chorro de aire-agua	chorro mezclado de aire y agua que se dispara a través de una boquilla a gran velocidad para la limpieza de superficies de hormigón o roca.
EN amount of water ES cantidad de agua	espesor que cubre el agua sobre un plano horizontal si no existe pérdida por infiltración, escorrentía o evaporación.
EN anchor pullout ES extracción de anclajes	retirada de los puntos de fijación empleados durante una obra mediante gatos hidráulicos, prensas y sensores de desplazamiento.
EN angular spreading ES propagación angular	propagación del oleaje en diversas direcciones.
EN aquiclude ES acuicludo	formación geológica que, aunque contiene agua en su interior incluso hasta la saturación, no la transmite y por lo tanto su explotación es imposible.
EN aquifer ES acuífero	formación geológica que contiene material permeable suficiente como para almacenar en su interior una cantidad significativa de agua.
EN Atlantic ocean ES océano Atlántico	masa de agua que separa América, en el oeste, de Europa y África, en el este. Se extiende desde el Océano Glacial Ártico, en el norte, hasta la Antártida, en el sur.
EN average wave height ES altura media de la ola	promedio de la distancia entre la cresta de la ola y el nivel medio del mar en un período de tiempo determinado.
EN barrier beach ES playa barrera	barra litoral cuya parte superior emerge por encima del nivel normal de la marea alta.

¹² Este glosario es meramente informativo y no se rige por las convenciones de elaboración de glosarios fijadas por normas internacionales. Recoge exclusivamente los términos del dominio de la Gestión integrada de zonas costeras mencionados en esta tesis doctoral con el fin de facilitar su comprensión.

EN barrier spit ES flecha litoral	playa barrera que está unida a la tierra.
EN baymouth bar ES barra de boca de bahía	barra que se extiende total o parcialmente a través de la apertura de la bahía hacia el mar abierto.
EN beach ES playa	acumulación litoral de sedimentos libres formados por arenas, gravas y cantos en superficie casi plana y con poco declive, como consecuencia de la acción de las corrientes marinas y fluviales.
EN beach carrying capacity ES capacidad biogénica de la playa	máximo número de especies que puede habitar una playa durante un tiempo prolongado. Aplicado al agua, designa la expresión del valor nutritivo en relación con los organismos vivos presentes en su seno.
EN beach fill ES regeneración de playas	proceso por el cual las playas se rellenan generalmente con arena, mediante procesos naturales o de forma artificial.
EN beach profiling ES cuantificación del perfil de playa	método por el que se determina el nivel de una playa con respecto a un punto vertical mediante equipos de nivelación.
EN beach restoration ES regeneración de playas	véase <i>beach fill</i> .
EN beach sand movement ES movimiento de la arena de playa	desplazamiento del material sedimentario de la playa por acción del viento.
EN bedrock ES basamento	roca sólida subyacente al suelo o a sedimentos no consolidados.
EN binary cycle power plant ES central eléctrica de ciclo binario	central generadora de energía en la que se emplean dos líquidos diferentes para la producción de energía en dos ciclos de turbina.
EN biotite ES biotita	filosilicato de hierro y magnesio del grupo de las micas, monoclinico, de peso específico 2,8 a 3,2, dureza Mohs 2 a 3, con fácil exfoliación basal, transparente, color oscuro y brillo nacarado a metálico.
EN bowstring arch bridge ES puente de arco atirantado	puente cuyo tablero está suspendido gracias a las fuerzas horizontales de los tirantes del arco al que está enganchado.
EN breaker average turbulence level	promedio del grado de perturbación del agua de una ola cercana a la costa por un período de tiempo

ES nivel medio de turbulencia de la rompiente	determinado.
EN broken slicks ES manchas de fuel dispersas	manchas de petróleo o aceite mineral soltado por los barcos hacia la costa, en ocasiones procedente de sus tanques de combustible o maquinaria a consecuencia de vertidos ilegales o derrames.
EN buoyant effluent ES efluente flotante	agua dulce de un río que se mezcla con el agua salada del mar en su desembocadura y flota como consecuencia de las diferencias en la salinidad del agua.
EN buried valley ES valle enterrado	antiguo valle sepultado por depósitos sedimentarios de origen glaciar.
EN channel sedimentation ES sedimentación de canal	deposición de material sedimentario que se produce en la desembocadura de los ríos en el mar.
EN cliff ES acantilado	masa de tierra que se eleva verticalmente sobre el mar.
EN coast ES costa	franja de tierra de extensión indefinida que se prolonga desde la orilla de una masa de agua (generalmente el mar) hasta el primer accidente geográfico de importancia.
EN coastal cell ES célula litoral	tramo de la línea de costa en el que el transporte sedimentario se produce de forma totalmente independiente al resto de la costa
EN coastal defence ES defensa costera	sistema para la protección de la costa frente a la erosión y para la contención del mar para evitar inundaciones.
EN coastal ecosystem ES ecosistema costero	unidad espacial configurada por la franja que se expande desde la línea de costa hasta 100km hacia el mar y hasta 200 metros de profundidad.
EN coastal environment ES ambiente costero	interfaz entre la tierra y el mar en la que tienen lugar procesos como el oleaje, las mareas, las corrientes, la deriva, etc.
EN coastal feature ES accidente costero	formas que configuran el relieve de la costa en forma de cabos, golfos, istmos, bahías, estrechos, etc.
EN coastal jet ES chorro costero	corriente marina que discurre paralela a la costa produciendo vientos de 35 nudos capaces de provocar olas altas y considerable cizalladura vertical del viento.
EN Coastal Mountains	rama más occidental de la Cordillera del Pacífico,

ES Montañas Costeras	extendiéndose hacia el norte desde la costa suroeste del continente norteamericano y cubriendo la mayor parte de la zona costera de la Columbia Británica y una porción del sureste de Alaska.
EN coastal process ES proceso costero	cualquier proceso geológico externo que tiene lugar en el medio litoral y en las zonas inmediatamente superior e inferior a la banda intermareal.
EN coastal study map ES mapa de estudio de la costa	representación cartográfica de alguna característica de la costa para el estudio de la dinámica costera como la altura media del oleaje, los tiempos de marea, la fuerza del viento, etc.
EN coastal wetlands ES humedal costero	ambiente costero integrado por las zonas húmedas inundadas por cauces de agua en las proximidades de la costa.
EN combined sewer system ES sistema de desagüe colectivo	medio por el que se evacuan tanto las aguas residuales como la procedente de la escorrentía superficial.
EN compaction process ES compactación	pérdida de volumen que experimenta una determinada masa de suelo, debido a fuerzas externas que actúan sobre él.
EN construction ES obra	trabajo de construcción, remodelación o reparación que afecta a un recurso para facilitar su uso o aprovechamiento.
EN cooperative approach to shoreline stabilization ES enfoque cooperativo para la estabilización del litoral	acción integrada de las distintas administraciones de cara a la protección de la línea de costa mediante la construcción de diques y espigones, el aporte de arenas y gravas o la instalación de arrecifes artificiales.
EN copper ES cobre	elemento químico, de símbolo Cu y número atómico 29 y metal denso de color rojo, blando, dúctil y maleable y muy buen conductor de la electricidad.
EN coral clump ES colonia coralina	grupo de pólipos de corales que forma una unidad conocida como cabeza de coral.
EN deep water wave ES ola de agua profunda	ola superficial cuya longitud es menor que dos veces la profundidad del agua donde se desplaza.
EN deep wave power resources ES recursos de energía de olas de agua profunda	modos de aprovechar la energía renovable ofrecida por las olas de agua profunda para generar electricidad, desalinizar y bombear agua desde el mar hasta otros lugares.
EN delta	zona de acreción en forma triangular o en abanico que es el resultado de la sedimentación del material

ES delta	detrítico en la desembocadura de un río en un mar o en un lago.
EN dendritic drainage ES drenaje dendrítico	red de transporte superficial de agua y sedimento, como ríos, lagos y flujos subterráneos, alimentados por la lluvia o de la nieve fundida en forma de cursos cortos e irregulares.
EN deposition patterns ES patrón deposicional	forma en que se deposita el material sedimentario procedente de la erosión.
EN depth ES profundidad	distancia vertical desde un determinado nivel de agua hasta el fondo.
EN dune ES duna	montículo de arena formado y empujado por el viento, generalmente sobre una playa o en el desierto.
EN Earth (the) ES (la) Tierra	planeta rocoso de mayor tamaño del Sistema Solar, cuyo superficie es única entre los planetas debido a que solamente allí hay agua líquida.
EN Earth's climatic system ES sistema climático terrestre	valor medio de las variables meteorológicas de la Tierra durante un período determinado (30 años para la Organización Meteorológica Mundial).
EN Ekman's spiral ES espiral de Ekman	representación de la variación de las corrientes oceánicas debidas al viento en función de la profundidad.
EN elliptical orbit ES órbita elíptica	trayectoria que describe un astro que gira alrededor de otro describiendo una curva cerrada y simétrica respecto a dos ejes perpendiculares entre sí denominada elipse.
EN emergent breakwater ES rompeolas emergente	obra de defensa, generalmente paralela a la costa, construida a base de madera, hormigón o escollera y provista de un muro vertical para proteger del impacto del oleaje y para proporcionar abrigo a una zona marítima.
EN energy ES energía	cantidad de trabajo que un sistema físico es capaz de producir.
EN energy loss ES pérdida de energía	diferencia de energías específicas antes y después del resalto hidráulico.
EN erosion ES erosión	proceso de desintegración y modelado de la superficie de la corteza terrestre efectuado por agentes naturales como el agua y el viento.
EN explosive volcanic eruption	erupción donde la presión de los gases es muy fuerte y produce explosiones muy violentas lanzando por

ES erupción volcánica explosiva	el aire material a cientos de millas de distancia.
EN fjord ES fiordo	valle excavado por un glaciar y cubierto de agua dulce. Normalmente son estrechos y están bordeados por empinadas montañas, que nacen bajo el nivel del mar.
EN floating tyre breakwater ES rompeolas de neumáticos flotantes	construcción que consiste en una serie de neumáticos conectados por cadenas o cables de amarre unidos a anclas o bloques de piedra de manera tal que constituyan una cuenca dentro de la cual los buques anclados puedan protegerse de la violencia de las olas.
EN flood ES inundación	ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, bien por desbordamiento de ríos y ramblas, subida de las mareas por encima del nivel habitual o avalanchas causadas por tsunamis.
EN flow ES flujo	movimiento de una corriente de agua, de cualquier otro fluido o de materiales en suspensión dentro de un fluido.
EN flow of water ES caudal de agua	volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un curso de agua por unidad de tiempo.
EN forecasting nomogram ES nomograma de predicción	instrumento gráfico de cálculo en forma de diagrama bidimensional que permite el cómputo gráfico y aproximado de una función de cualquier número de variables.
EN frequency ES frecuencia	número de ciclos completos realizados en una unidad de tiempo.
EN geostrophic current formation ES formación de la corriente geostrófica	proceso de generación de una corriente en la que el equilibrio de los componentes horizontales de las ecuaciones de movimiento oscila entre el gradiente de presión horizontal y la fuerza de Coriolis.
EN GIS (geographic information system) ES SIG (sistema de información geográfica)	sistema computacional orientado a capturar, almacenar, administrar, integrar, manipular, analizar y presentar datos relacionados a elementos dispuestos sobre el superficie de la Tierra y su posición en ella.
EN glacier advance ES avance del glaciar	movimiento progresivo hacia delante de la masa de hielo de un glaciar provocado por el aumento de la acumulación.

EN global air circulation pattern ES circulación global del aire	sistema de movimientos del aire de la atmósfera terrestre que comprende la totalidad de sistemas meteorológicos.
EN global tidal range ES amplitud global de la marea	diferencias entre la altura de una pleamar y la altura de una bajamar consecutiva en las costas de todo el planeta.
EN grain-size scale ES escala de tamaño de grano	clasificación de los distintos tipos de sedimentos en función del tamaño de las partículas de material.
EN graphite ES grafito	forma alotrópica del carbono con forma de mineral oscuro que se utiliza para engrasar piezas metálicas y evitar el roce entre estas.
EN groin ES espigón	obra de defensa perpendicular a la costa construida a base de madera, hormigón o escollera, que retarda la deriva litoral y el proceso de erosión.
EN ground water ES agua subterránea	agua que llena las oquedades en las capas de roca que se encuentran bajo la superficie de la Tierra.
EN ground water flow ES flujo subterráneo	movimiento del agua en el subsuelo.
EN head profile ES perfil del morro	forma que adopta el refuerzo del extremo de ciertas obras de defensa.
EN height ES altura	veáse <i>wave height</i> .
EN high tide ES marea alta	nivel de altura máximo alcanzado por una marea de llenante.
EN horizontal wavecut platform ES plataforma de abrasión horizontal	plataforma horizontal originada por procesos de desgaste por fricción, o los efectos resultantes de este proceso, con movimiento de detritos, ya sea debido a un curso de agua, al mar, al hielo o al viento.
EN hydrologic cycle ES ciclo hidrológico	conjunto de procesos de transformación constante del agua. Fundamentalmente, consiste en la evaporación del agua en los océanos, ríos y lagos, en el suelo mojado y por transpiración de las plantas, condensación del vapor de agua en forma de nubes, niebla o rocío, y la precipitación.
EN ice ES hielo	estado sólido del agua, que se halla en la atmósfera en forma de cristales de hielo, nieve, granizo, entre otros.
EN incoming tide	marea que se encuentra en la fase de ascenso en la

ES marea llenante	que entra agua a las zonas semicerradas (golfos, bahías, estuarios).
EN intertidal	relativo a la zona entre la marea alta y la marea baja.
ES intermareal	
EN isotach	línea trazada en un mapa que une los puntos de igual velocidad del viento.
ES isotaca	
EN karst topography	región con depósitos de rocas solubles y afectada por la acción del agua cargada de dióxido de carbono.
ES región kárstica	
EN lagoon	lago de tamaño pequeño y que ocupa zonas pantanosas.
ES laguna	
EN land	superficie del planeta en el que vivimos no ocupada por el mar.
ES tierra	
EN landform development	conjunto de procesos físicos y químicos por el que toman forma los elementos que configuran el relieve de un terreno.
ES formación de accidentes geográficos	
EN liquefaction process	proceso por el que un sedimento saturado de agua pierde temporalmente su fuerza y se comporta como un líquido.
ES liquefacción	
EN littoral zones	área geográfica que tiene acceso al mar.
ES región litoral	
EN long wave equation	fórmula matemática que describe las ondas que inciden sobre una playa con períodos superiores a los 20 segundos.
ES ecuación de onda larga	
EN longshore sediment transport	transporte litoral de materiales debido a las corrientes litorales o de deriva, resultantes de la acción oblicua del oleaje sobre el litoral.
ES transporte de sedimentos paralelo a la costa	
EN low crested structure	construcción en la que el punto más alto de la berma, donde se asienta el manto principal, tiene una altura no superior 1 m por encima del nivel del mar.
ES estructura de coronación baja	
EN low tide	nivel de altura mínimo alcanzado por una marea de vaciante.
ES marea baja	
EN lunar tide	parte de la marea que puede atribuirse directamente a la atracción de la Luna.
ES marea lunar	
EN marine debris	materiales sólidos persistentes que han sido

ES residuos marinos	manufacturados y procesados y posteriormente desechados intencionada o inintencionadamente en el ambiente marino.
EN marine limit ES límite marino	máxima posición topográfica alcanzada por el agua del mar en la zona de batida.
EN marine nitrogen cycle ES ciclo del nitrógeno marino	conjunto de procesos de transformación del nitrógeno del océano desde que entra en el agua a través de la precipitación, la escorrentía hasta que es consumido por organismos vivos.
EN meandering flowpath ES cauce de meandros	parte del fondo de un valle, situada entre dos líneas paralelas tangentes a los límites extremos de meandros sucesivos de un antiguo río o glaciar.
EN mixed tide ES marea mixta	marea en la que se alternan los períodos diurno y semidiurno, es decir, se presentan dos pleamares y una bajamar o dos bajamares y una pleamar con desigualdades diurnas pronunciadas.
EN modeled salinity ES salinidad controlada	cantidad en gramos de material sólido disuelto en un kilogramo de agua marina después de que todo el bromo y el yodo han sido reemplazados por una cantidad equivalente de cloro, de que todos los carbonatos han sido convertidos en óxidos y de que toda la materia orgánica ha sido quemada.
EN mountain glacier changes ES cambios en glaciares de montaña	cambios que experimentan los glaciares de montaña a consecuencia de las fluctuaciones de la temperatura, la acumulación y la ablación.
EN movement of water ES movimiento del agua	desplazamiento o cambio de posición del agua como resultado de la acción del oleaje, las mareas y las corrientes.
EN mud flat ES llanura lutítica	zona débilmente inclinada y cubierta por sedimentos finos (fango) que bordea la costa y que está más o menos completamente sumergida por las mareas.
EN nearshore erosion ES erosión litoral	erosión causada por el mar, principalmente, por la acción de las olas, cuya constante batida contra las costas puede llegar a desgajar bloques de roca de gran tamaño, que también actúan como elementos de desgaste, antes de quedar desmenuzados.
EN nested grids ES mallas anidadas	modelo de análisis del clima mediante el empleo de una rejilla gruesa sobre un ámbito amplio cubierta por rejillas cada vez más finas.
EN nutrient cycling ES flujo de nutrientes	movimiento dentro de un sistema hídrico de los elementos del agua o del suelo que plantas y animales son capaces de ingerir y asimilar como

	alimento.
EN ocean ES océano	cuerpo de agua salada que cubre más de un 70 % de la superficie terrestre.
EN ocean circulation ES circulación oceánica	movimiento a gran escala de las aguas en las cuencas oceánicas.
EN ocean wave model ES modelo de oleaje	modelo que describe los cambios en el espectro debidos a la advección, el viento, la disipación y a la interacción no lineal del oleaje.
EN ocean waves ES oleaje	conjunto o sucesión de olas.
EN oil ES petróleo	líquido natural, inflamable y de color negro, formado por una mezcla de hidrocarburos, que se encuentra en yacimientos subterráneos y que se utiliza como fuente de energía y con fines industriales.
EN oil kinematic viscosity ES viscosidad cinemática del petróleo	viscosidad dinámica del petróleo dividida por la densidad, es decir, resistencia a fluir de un fluido bajo la acción de la gravedad.
EN oil slicks ES chapapote	manchas de petróleo generadas tras un vertido.
EN oil windrow ES vertido de fuel	aceite mineral ilegalmente soltado por barcos procedente de sus tanques de combustible o maquinaria.
EN overwash scour ES socavación por inundación	erosión local y pronunciada provocada por el flujo abundante de agua y sedimentos más allá de la cresta de la playa.
EN ozone concentration ES concentración de ozono	cantidad de ozono presente en la atmósfera por metro cúbico de aire.
EN period ES período	tiempo que requieren dos crestas sucesivas de onda en pasar por un punto fijo, o el tiempo que requiere una cresta sola en recorrer una distancia igual a la longitud de onda.
EN plunging breaker ES rompiente en voluta	ola que rompe en la costa de forma gradual debido a un adelanto en cada cresta respecto a su base, pérdida de sustentación y enroque, ocasionando un vacío o voluta, con desintegración posterior y fuertes turbulencias.
EN quartz	mineral compuesto de dióxido de silicio (SiO ₂) que no presenta exfoliación y cristaliza en el sistema

ES cuarzo	trigonal (romboédrico). Es incoloro en estado puro, aunque puede adoptar numerosas tonalidades si lleva impurezas.
EN recharge ES recarga	acción por la cual un acuífero recupera el nivel de agua anterior.
EN rip current ES corriente de retorno	corriente litoral superficial, de gran fuerza, angosta y rápida, que fluye desde el litoral hacia el mar y está ocasionada por el regreso de las aguas acumuladas en la costa por la acción de las olas o el viento.
EN river delta ES delta fluvial	zona de acreción, en forma triangular o en abanico, que es el resultado de la sedimentación del material detrítico en la desembocadura de un río.
EN Rock River ES río Rock	afluente del río Big Sioux con 160 km de longitud que transcurre por los estados de Minnesota y Iowa (EE UU) y forma parte de la cuenca del Mississippi.
EN rocky shore ES playa rocosa	zona intermareal de la costa en la que se depositan fragmentos de roca.
EN root zone ES zona radicular	zona del suelo que comprende la capa en la que se encuentran las raíces de la cobertura vegetal.
EN salt marsh ES salina	marisma de agua salada separado del mar pero que puede ser inundado por las pleamares.
EN sand ES arena	sedimento detrítico no consolidado formado por granos de cuarzo, como el de playas y dunas, comprendidos entre 1/16 mm y 2 mm.
EN saturated zone ES zona saturada	zona por debajo del nivel piezométrico donde todos los espacios abiertos están llenos de agua.
EN saturation equilibrium curve ES curva de equilibrio de saturación	representación gráfica basada en un eje de coordenadas que permite describir mediante una curva la agresividad o capacidad corrosiva del agua.
EN sea ES mar	masa de agua salada natural, de superficie menor que los océanos.
EN sea level pressure ES presión a nivel del mar	peso de la columna de aire por unidad de superficie medida al nivel del mar.
EN seagrass map ES mapa de algas	mapa que representa la distribución de las distintas especies de algas marinas de un territorio.
EN seasonal beach changes	alteraciones producidas en el perfil de la playa a

ES cambios estacionales de la playa	consecuencia de las diferentes características climatológicas de las estaciones del año.
EN seaward tilting ES inclinación hacia el mar	ángulo de la pendiente en dirección al mar que experimentan tanto obras costeras como formaciones naturales.
EN sediment ES sedimento	acumulación o depósito de origen detrítico, orgánico o químico que procede de la destrucción mecánica o de la alteración de rocas resistentes, de la acumulación de materia orgánica en dominios continentales y marinos, de la precipitación de sustancias y elementos disueltos, etc.
EN sediment transport direction ES dirección del transporte de sedimentos	dirección en la que se desplazan los materiales resultantes de la erosión hasta una cuenca de sedimentación.
EN seiche amplitude ES amplitud del seiche	distancia entre el punto más alto del seiche y la posición de desplazamiento cero.
EN seiche event ES seiche	oscilación de la superficie de un lago o masa de agua similar, causada por terremotos, vientos o variaciones de la presión atmosférica.
EN sensitivity map ES mapa de sensibilidad	representación cartográfica que contiene información básica sobre los componentes biológicos, geomorfológicos, hidrológicos y meteorológicos de un ambiente costero.
EN shallow water wave ES ola de agua somera	ola superficial cuya longitud es mayor a veinte veces la profundidad del agua donde se desplaza y que se ve notablemente afectada por la topografía del fondo.
EN shoreline change ES cambio en la línea de costa	alteración producida en los distintos accidentes que configuran la franja costera debida a la acción de agentes naturales como el viento o el oleaje o a la actividad humana.
EN shoreline headland ES promontorio	entrante de la tierra en el mar, de escasa extensión pero alto y escarpado.
EN soil ES suelo	formación natural en la superficie terrestre, de estructura blanda, no compactada y espesor variable, resultante de la transformación de las rocas subyacentes bajo la acción de diversos procesos físicos, químicos, biológicos o meteorológicos.
EN soil water processes ES procesos del agua de suelo	cualquier proceso geológico externo que afecta al agua que se encuentra en la capa superior del suelo de la zona de aireación, suficientemente cerca de la

	superficie para pasar a la atmósfera por la transpiración de las plantas o por evaporación a partir del suelo.
EN sounding site ES zona de sondeo	lugar en el que se realiza la medición de la profundidad del agua o la perforación del suelo para conocer la naturaleza del subsuelo.
EN spring ES manantial	agua subterránea que rezume de la tierra donde el nivel piezométrico del agua está por encima de la superficie de la tierra.
EN steep wave ES ola empinada	ola generada por el viento que se desplaza en dirección contraria a la corriente oceánica aumentando su longitud y amplitud de onda.
EN storm surge hydrograph ES hidrograma de marea de tempestad	gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica tal como el nivel de agua, el caudal o la carga de sedimentos en el caso de incrementos súbitos del mar.
EN stress ES tension	fuerza de tracción a la que está sometido un cuerpo y la medida de la intensidad de dicha fuerza.
EN striking wave ES ola incidente	ola con dirección de propagación hacia la costa.
EN structure ES estructura	construcción que organiza las partes de las que se compone una obra.
EN submerged cavitating jet ES chorro cavitante sumergido	flujo de agua sometido a descompresión al pasar esta a gran velocidad por la arista afilada de un propulsor o bomba sumergida en un fluido.
EN submergence ES inmersión	proceso por el cual el agua inunda la costa al aumentar el nivel del mar.
EN surface ES superficie	extensión plana en la que solo se consideran la anchura y la altura.
EN surface heat flux ES flujo de calor superficial	diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura superficial radiativa.
EN surface water ES agua superficial	agua que fluye o se almacena en la superficie del terreno.
EN swell height change ES cambio en la altura del swell	alteración producida en la altura de las olas del mar de leva con longitud de onda de varios cientos de metros, período largo y crestas largas casi uniformes generado en un lugar distante del punto de observación.

EN tectonic plate ES placa tectónica	segmento rígido de la litosfera que puede desplazarse horizontalmente con respecto a los demás segmentos que lo rodean.
EN tidal ES mareal	relativo a la marea.
EN tidal barrage ES presa mareal	presa construida perpendicular a la entrada de una bahía aprovechando la energía de la marea.
EN tidal curve ES mareograma	representación gráfica del ascenso y descenso del nivel del mar, con el tiempo como abscisa y la altura como ordenada. Normalmente se usa para medir las mareas.
EN tidal height ES altura de la marea	distancia vertical entre el nivel del mar y la mínima profundidad de un punto, o el nivel que se especifique, en un instante cualquiera.
EN tide ES marea	movimiento cíclico vertical, de ascenso y descenso de los océanos y mares, causado por la atracción gravitatoria de la Luna y del Sol sobre la Tierra.
EN tide generating force ES fuerza generadora de mareas	fuerza resultante de la atracción gravitatoria del Sol y la Luna y la fuerza centrífuga o inercia derivada del movimiento orbital de la Tierra alrededor del centro común de gravedad de la Tierra y la Luna o del sistema Tierra-Sol.
EN time ES tiempo	magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro.
EN tombolo ES tómbolo	banco de arena que une una isla con la costa.
EN transport ES transporte	proceso geológico externo por el que los materiales resultantes de la erosión son llevados hasta una cuenca de sedimentación.
EN uncorrected Reynolds stress ES tensión de Reynolds no corregida.	medida de la tensión tangencial (fuerza por unidad de área) responsable de la transferencia de la cantidad de impulso en un fluido turbulento que no ha sido corregida por la influencia de otra variable.
EN unsaturated zone ES zona no saturada	zona por encima del nivel piezométrico donde los poros del suelo están totalmente llenos de agua.
EN velocity ES velocidad	espacio recorrido por una ola en la unidad de tiempo durante su fase de propagación.
EN volcanic caldera	gran depresión generalmente causada por el

ES caldera volcánica	hundimiento de una cámara magmática, por explosión freática o por fenómenos erosivos.
EN volcanic eruption ES erupción volcánica	Expulsión más o menos violenta en la superficie terrestre o de otro planeta de materias procedentes del interior del globo.
EN water ES agua	líquido incoloro, inodoro e insípido, esencial para la vida de los animales y plantas, de los que forma parte.
EN water column ES columna de agua	masa vertical de agua desde la superficie hasta el fondo.
EN water distribution ES distribución del agua	
EN water particle ES partícula de agua	molécula triatómica compuesta por un átomo de hidrógeno y dos átomos de oxígeno.
EN water quality model ES modelo de calidad del agua	conjunto de medidas enfocadas a controlar las cualidades físicas, químicas, biológicas y organolépticas que reúne el agua en atención a su empleo.
EN water surface ES superficie del agua	parte de una masa de agua que interactúa con la atmósfera en cuanto a intercambio de materia, energía y cantidad de movimiento.
EN water table ES manto freático	cuerpo de agua de infiltración en el subsuelo que se encuentra ubicado a poca profundidad, generalmente a unos pocos metros de la superficie.
EN wave ES ola	movimiento oscilatorio del nivel del mar en la interfase agua-aire generalmente producida por efecto del viento o de las corrientes.
EN wave amplitude ES amplitud de la ola	distancia entre el punto más alto de la ola y la posición de desplazamiento cero.
EN wave crest ES cresta de la ola	parte más alta de la ola. También parte de la ola que se encuentra por encima del nivel del mar cuando este está en reposo.
EN wave dispersion ES dispersión de la ola	ordenación natural de las olas o swell que abandonan el área de generación en función de su velocidad.
EN wave energy device ES dispositivo de medición de la energía del oleaje	cualquier instrumento para medir la suma de la energía potencial de la masa de agua desplazada y la energía cinética de las partículas en movimiento.
EN wave exposure zoning	lugares de la línea de costa afectados por la acción

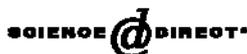
ES zonas expuestas al oleaje	erosiva y sedimentaria de las olas.
EN wave group ES grupo de olas	serie de olas cuya dirección, longitud de onda y altura varían solo ligeramente.
EN wave growth ES crecimiento del oleaje	proceso de desarrollo del oleaje por la acción del viento o la interacción onda-onda.
EN wave height ES altura de la ola	distancia entre la cresta de la ola y el nivel medio del mar.
EN wave life cycle ES ciclo de vida de las olas	proceso por el que la interacción del viento con la superficie del agua produce una alteración que genera las olas y da lugar a su desarrollo, propagación y dispersión hasta su disipación, generalmente por asomeramiento.
EN wave slope threshold ES umbral de peralte de la ola	valor máximo que puede adquirir el peralte de la ola antes de su rotura.
EN wave steepness ES peralte de la ola	relación entre la altura y la longitud de ola que determina el grado de pendiente de esta.
EN wave-cut platform ES plataforma de abrasión	plataforma originada por procesos de desgaste por fricción, o los efectos resultantes de este proceso, con movimiento de detritos, ya sea debido a un curso de agua, al mar, al hielo o al viento.
EN wind ES viento	movimiento del aire respecto a la superficie terrestre.
EN wind creation ES generación del viento	proceso por el que se desplazan las masas de aire por la atmósfera a consecuencia de las diferentes temperaturas.
EN world current ES corriente global	corriente marina profunda, caracterizada por su regularidad, producida principalmente por la circulación atmosférica sobre la superficie y los gradientes de densidad en el agua del mar.

APÉNDICE II: TIPOS DE TEXTOS

Ejemplo de texto especializado



Available online at www.sciencedirect.com



Coastal Engineering 53 (2006) 65 – 79



www.elsevier.com/locate/coastaleng

Shoreline response to submerged structures: A review

Roshanka Ranasinghe ^{a,*}, Ian L. Turner ^{b,1}

^a Department of Infrastructure Planning and Natural Resources, GPO Box 39 Sydney, NSW 2001, Australia

^b Water Research Laboratory, School of Civil and Environmental Engineering, University of New South Wales, King St., Manly Vale NSW 2093, Australia

Received 14 June 2004; received in revised form 7 July 2005; accepted 24 August 2005

Available online 21 November 2005

Abstract

Submerged coastal structures are widely perceived to be capable of providing beach protection, without the adverse impacts (including loss of beach amenity and aesthetic considerations) often associated with more conventional structures such as revetments and groynes. In addition, there is growing interest in the concept that the layout and cross-section of submerged coastal protection structures can be optimised to also enhance local surfing conditions. However, as submerged structures have only rarely been adopted for beach protection, the shoreline response to these structures is not well understood at present. Therefore, this review of the available published literature was undertaken with the aim of investigating the environmental and structural parameters governing shoreline response to submerged structures, gleaned from the results of field, laboratory and numerical studies undertaken to date.

The review reveals that, contrary to expectations, a majority of the submerged structures constructed to date have resulted in shoreline erosion in their lee. Furthermore, the key environmental and structural parameters governing the mode (i.e. erosion or accretion) and the magnitude (i.e. size of salient) of shoreline response to submerged structures are yet to be identified. Although submerged coastal structures offer the potential for low aesthetic impact incorporating multi-function design, until the response of the adjacent shoreline to submerged structures is better resolved, their use is likely to remain relatively limited.

© 2005 Elsevier B.V. All rights reserved.

Keywords: Beach protection; Coastal structures; Submerged breakwater; Artificial surfing reef; 2DH numerical modelling; Physical modelling

1. Introduction

Coastal structures located within or just seaward of the surf zone are often meant to limit shoreline erosion, or to promote beach widening by the formation of a salient. Rubble-mound breakwaters are the most common construction method, though alternative materials such as precast concrete units and geotextile containers are also used. The primary functions of these structures are to reduce the amount of wave energy in their lee, and to initiate sediment deposition at the shoreline through the modification of nearshore currents.

Conventional beach protection structures such as groynes and revetments are becoming increasingly unpopular, principally due to their adverse impact (whether perceived or actual) on beach amenity and aesthetic considerations. In contrast,

submerged structures are widely perceived to be capable of providing the necessary beach protection without any loss of beach amenity or negative aesthetic impact. As a result, there is increased community pressure on coastal management authorities and government agencies to consider submerged structures for beach protection (Evans and Ranasinghe, 2001). The increasing popularity of submerged structures is also due to a growing recognition that their bathymetry can be optimised to enhance local surfing conditions. Understandably, a multi-functional design which provides the dual benefits of beach protection and surfable waves, while not impairing beach aesthetics or amenity, has wide community appeal. The recently completed artificial surfing reef at the Gold Coast in Australia is an example of such a multi-functional design (Black and Mead, 2001; Jackson et al., 2002).

The use of emergent offshore breakwaters for coastal protection (i.e. crest level located above the water surface at some or all stages of the tide) is common in the US and Europe (Dean and Dalrymple, 2001), and even more so in Japan, where Seiji et al. (1987) reported the completion of over 4000

* Corresponding author. Fax: +61 2 6299 6619.

E-mail addresses: rosh.ranasinghe@dipnr.nsw.gov.au (R. Ranasinghe), ian.turner@unsw.edu.au (I.L. Turner).

¹ Fax: +61 2 9949 4188.

emergent breakwaters by the mid-1980s. In contrast, fully submerged structures have only rarely been adopted for beach protection. Although natural submerged reefs are often associated with shoreline salients, suggesting that submerged structures may provide beach protection (Black and Andrews, 2001), the relatively few reported investigations of shoreline response to submerged structures are inconsistent.

While some investigations suggest that submerged breakwaters may result in larger salients than those that would result from an emergent breakwater of similar size, other investigations indicate that submerged breakwaters may result in shoreline erosion in the lee of the structure. In contrast, shoreline erosion is almost never reported in the lee of emergent breakwaters. Therefore, it is likely that the characteristics of and processes governing shoreline response to submerged and emergent structures are fundamentally different. As such, the well established methods that are currently used to predict shoreline response to emergent structures (e.g. empirical relationships, one-line numerical models) may not be suitable to investigate shoreline response to submerged breakwaters. Therefore, prior to the wider adoption of submerged structures for beach protection, it is imperative that an extensive study be undertaken to rigorously investigate characteristics of and processes governing shoreline response to submerged structures. This review, which constitutes a precursor to such a study, is a compilation and assessment of the present knowledge of shoreline response to submerged structures.

This paper is organised as follows: Sections 2, 3, and 4 summarise field observations, laboratory experiments, and numerical modelling studies of shoreline response to submerged structures reported in the published literature. The implications of the results of these investigations on the development of a predictive capability for shoreline response to submerged structures are discussed in Section 5. Finally, specific knowledge gaps that require further research are identified in Section 6.

2. Field observations

Submerged structures constructed to date range from single, shore-parallel breakwaters to large, multi-functional surfing reefs with complex design configurations. The main features of the engineering projects involving submerged structures reported to date are summarised in Table 1. It is of particular note that, of the 10 submerged structures described here, net erosion was reported at seven of the sites. For convenience, the investigations described here are sub-divided into those associated with shore-parallel structures, multi-functional structures, and natural reefs, and are introduced in the chronological order of date of publication.

2.1. Shore-parallel structures (breakwaters)

The performance monitoring of a single submerged breakwater which was expected to Fhold_ an artificial sand deposit

Table 1

Features of the sites and the submerged coastal structures reported in the published literature (B=length of structure, S=distance from undisturbed shoreline to structure, W=crest width, h=water depth at structure, h_c=water depth at crest of the structure, tanb=bed slope in the vicinity of the structure)

Location	Reference	Structure type	Shoreline response	Nourishment	Longshore transport rate (m ³ /year)	B (m)	S (m)	W (m)	h (m)	h _c (m)	tanb
Delaware Bay, USA	Douglass and Weggel (1987)	Single breakwater +2 end groins	Erosion	Y	Negligible	300	75	Not reported	1	At MLW	Not reported
Keino-Matsubara Beach, Japan	Deguchi and Sawaragi (1986)	Single breakwater	Erosion	Y	Not reported	80	85	20	4	2 m below MLW	0.1 nearshore and 0.03 offshore
Niigata, Japan	Funakoshi et al. (1994)	Single breakwater +2 groins	Erosion	N	Exists, but not quantified	540	400	20	8.5	1.5 m below MWL	0.02
Lido di Ostia, Italy (#1)	Tomassicchio (1996)	Single breakwater	Erosion	Y	50,000	3000	100	15	4	1.5 m below MSL	0.05
Lido di Ostia, Italy (#2)	Tomassicchio (1996)	Single breakwater	Accretion	N	50,000	700	50	15	3–4	0.5 m below MSL	0.1
Lido di Dante, Italy	Lamberti and Mancinelli (1996)	Single breakwater	Accretion	Y	Negligible	770	150	12	3	0.5 m below MSL	0.02
Marche, Italy	Lamberti and Mancinelli (1996)	Multiple segmented breakwaters	Erosion	N	Negligible	Not reported	100–200	10–12	3	0.5 m below MSL	Not reported
Palm Beach, FL, USA	Dean et al. (1997)	Single breakwater	Erosion	N	100,000	1260	70	4.6	3	0.7 m below MLLW	0.04
Vero Beach, FL, USA	Stauble et al. (2000)	Segmented breakwater	Erosion	N	30,000	915	85	4.6	2.1–2.7	0.25 m–0.35 m below MLLW	0.03
Gold Coast, Australia	Jackson et al. (2002)	Multi-function surf reef	Accretion	Y	500,000	350	100–600	2	2–10	1 m below MLW	0.02

on the beach in Delaware Bay, USA was reported by [Douglass and Weggel \(1987\)](#). The structure departed somewhat from a conventional shore-parallel submerged breakwater configuration in that the two ends of the breakwater were connected to the shore by oblique submerged groynes, creating a quadrilateral enclosed area adjacent to the shoreline. The breakwater was 300 m long and was placed 75 m offshore in approximately 1 m water depth. The crest of the structure was at mean low water (MLW). The construction of the structure was accompanied by a beach nourishment program which pumped approximately 15,000 m³ of coarse sand into the enclosure. The estimated net annual longshore transport rate in the study area was a negligible 2000 m³/year (gross ~ 10,000 m³/year). The results of 4 years of periodic beach profile surveys indicated the initial formation of an asymmetric salient in the lee of the structure, immediately following the beach nourishment. However, the entire volume of beach nourishment had disappeared within the 4-year monitoring period. [Douglass and Weggel \(1987\)](#) attributed this erosion to the net longshore sediment transport resulting from oblique wave incidence. However, it is noted here that the estimated net longshore transport rate of 2000 m³/year is small as far as nearshore processes are concerned.

The performance of an 80 m long, 20 m wide shore-parallel submerged breakwater at Keino-Matsubara Beach, Japan was reported by [Deguchi and Sawaragi \(1986\)](#). The structure was placed 85 m offshore in approximately 4 m water depth. The crest level was 2 m below MLW and the ambient beach slope in the shallower region (<2 m depth) was about 0.10, while that of the deeper region was about 0.03. A sand volume of 5000 m³ was placed in the lee of the structure during the accompanying beach nourishment program. Surveys at the site indicated that about 50% of this sand volume was eroded within 2 months after project completion. Although the incident wave conditions or longshore sediment transport rates in the study area were not described by [Deguchi and Sawaragi \(1986\)](#), here too, it was implied that the erosion was due to obliquely incident high energy waves.

Monitoring of waves, currents and bed-level changes in the lee of a shore-parallel submerged breakwater at Niigata, Japan was reported by [Funakoshi et al. \(1994\)](#). The 540 m long submerged breakwater was located 400 m from the shoreline in about 8.5 m water depth, and located immediately offshore of and between two shore-normal groynes. The two adjacent groynes were 200 m long, thus resulting in a semi-compartmentalisation of the area encompassed by the three structures. The crest of the submerged breakwater was 20 m wide and at a depth of 1.5 m below Mean Water Level (MWL). The ambient bed slope was 0.02. Three months of wave and current data obtained near the structure were analysed by [Funakoshi et al. \(1994\)](#). Although the net longshore sediment transport rates in the study area were not described by the authors, the offshore wave record indicates that waves would most likely be obliquely incident at the shoreline, resulting in significant longshore sediment transport. [Funakoshi et al.'s \(1994\)](#) main findings were two-fold: first, storm events were accompanied by strong divergent currents in the lee of the structure; and

second, bed erosion of up to about 1 m was observed in the lee of the structure. No discussion was provided on the possible causative mechanisms for the observed rapid rate of erosion in the lee of the structure.

The contrasting shoreline response in the lee of two different submerged structures located along the Italian coastline in the vicinity of Rome (Lido di Ostia), near the Tiber River entrance, were reported by [Tomassicchio \(1996\)](#). The net longshore sediment transport in the study area was estimated at about 50,000 m³/year. The first structure was a 3000 m long, shore-parallel submerged breakwater with a crest width of 15 m and crest level of 1.5 m below mean sea level (MSL). The structure was located about 100 m from the shoreline in approximately 4 m water depth. The ambient bed slope in the vicinity of the structure was about 0.05. The project included a major beach nourishment component where 502,000 m³ of fine sand and 888,000 m³ of a gravel and coarse sand mix was placed. The performance monitoring of this structure revealed shoreline erosion in the lee of the structure 1 year after the structure was completed in 1991. Analysis of aerial photographs before and after construction indicated that the submerged breakwater was providing no detectable benefit, and that erosion rates in the vicinity of the structure remained unchanged. [Tomassicchio \(1996\)](#) attributed this negative shoreline response to the erosive processes first described by [Dean et al. \(1994\)](#), which are discussed in further detail in the following Section 3. An annual sand supply of 15,000 m³/km was estimated as the minimum requirement to counter the erosion attributed to the structure.

The second structure reported by [Tomassicchio \(1996\)](#), constructed 1 year later in 1992, was located along the neighbouring coastline. This structure was shore-parallel, 700 m long, and consisted of a 15 m wide crest located 0.5 m below MSL. The structure was located about 50 m from the shoreline in approximately 3–4 m water depth. The ambient bed slope in the vicinity of the structure was about 0.10. This structure was not accompanied by a beach nourishment program. In contrast to the first and significantly larger structure, this second structure resulted in a widening of the beach (between 15 m and 30 m) in the lee of the structure immediately after construction. [Tomassicchio \(1996\)](#) does not discuss the coastal processes that may have caused this contrasting shoreline response in the lee of the two structures.

The initial performance of submerged breakwaters in the two Italian coastal regions of Emilia Romagna and Marche was reported by [Lamberti and Mancinelli \(1996\)](#). The net longshore sediment transport rates in both these areas were expected to be negligible. A shore-parallel, 770 m long submerged breakwater was constructed at Lido di Dante in the Emilia Romagna region to complement an existing series of emergent groynes which were reported to be ineffective at preventing erosion. The submerged structure was located about 150 m from the undisturbed shoreline in a water depth of approximately 3 m, with an ambient bed slope of 0.02. The crest width of the structure was 12 m while the crest level was 0.5 m below MSL. The construction of the structure was accompanied by a beach nourishment program. A maximum beach widening of 30 m

was observed soon after the project was completed. However, long-term performance monitoring of the structure was not reported.

In the Marche region, submerged breakwaters were constructed along a number of beaches with existing groynes (e.g. Sirolo, Numana, Pesaro, Montemarcano, Ancona) since 1982. The structures were typically located between 100 m and 200 m from the shoreline in approximately 3 m water depth. Beach nourishment programs accompanied the structures located in lower lying areas of this region. No nourishment was provided along rocky coasts. These structures were typically 3 m wide at the crest and the crest level was 0.9 m below MSL. The gap between breakwaters was about 30 m. However, several drawbacks, which included heavy erosion in the gaps between the breakwaters and high submergence during storms which led to insufficient wave energy dissipation, were noted for these initial structures. In response they were replaced with modified structures with increased crest widths of 10–12 m, and slightly raised crest levels of 0.5 m below MSL. Beach nourishment was not included with these second-generation structures. Although [Lamberti and Mancinelli \(1996\)](#) do not present any performance monitoring results, the one figure provided of the structures at Montemarcano suggests the development of salients in the lee of the structures. However, periodic bathymetric surveys undertaken in the vicinity of the structures were reported to indicate erosion offshore and inshore of the structures ([Lamberti and Mancinelli, 1996](#)). The substitution of submerged breakwaters for preexisting emergent breakwaters at Senigallia was reported to have resulted in the disappearance of tombolos and a subsequent shoreline retreat of 20–30 m. [Lamberti and Mancinelli \(1996\)](#) do not discuss possible causative mechanisms for the observed shoreline responses.

The performance monitoring of a shore-parallel, 1260 m long submerged structure at Palm Beach, Florida (commonly known as the FPEP reef) was reported by [Dean et al. \(1997\)](#). The structure comprised of 330 precast interlocking units. The individual units were 1.8 m high, 3.7 m long, and 4.6 m wide at the crest. The structure was located about 70 m from the undisturbed shoreline in about 3 m water depth (ambient bed slope ≈ 0.04). The crest level of the breakwater was 0.7 m below mean low low water (MLLW). The net longshore sediment transport rate in the study area was estimated to be 100,000 m³/year. The monitoring indicated that the erosion which occurred in the lee of the structure was twice as much as the background erosion in the area. [Dean et al. \(1997\)](#) attributed the failure of the submerged PEP reef to insufficient wave attenuation (5–15%) over the structure due to the low crest level. This high degree of wave energy transmission was expected to have resulted in significant onshore flow over the reef, which then deflected in the nearshore, resulting in strong longshore currents. The observed beach erosion in the lee of the structure was attributed to these diverging longshore currents. The monitoring also indicated significant settlement of the reef (0.6–0.84 m). Most of the settlement was found to have occurred during the first few months after construction.

[Stable et al. \(2000\)](#) described the monitoring of a shore-parallel, 915 m long segmented PEP reef, constructed of

similar precast units, at Vero Beach, Florida, with similar results. The segments were constructed in an alternating inshore–offshore configuration with gaps in between. The structure consisted of 217 precast units and 11 segments. The inshore segments were at 2.1 m water depth, while the offshore segments were at a 2.7 m water depth. The crest levels of the inshore and offshore segments were 0.25 m above MLLW and 0.35 m below MLLW respectively. The entire structure was located about 85 m offshore. The ambient bed slope was 0.03. The net longshore sediment transport rate in the area was estimated to be approximately 30,000 m³/year. The staggered configuration was expected to overcome the previously observed shortcomings of the Palm Beach PEP reef. However, similar to the Palm Beach experience, beach erosion in the lee of the structure was greater than at adjacent beaches over the 3-year monitoring period (1996–1999). The entire reef settled substantially (inshore segments by 0.86 m and offshore segments by 1.02 m) within 4 months of construction, causing a further reduction of the already low wave attenuation (12% to 8%). [Stable et al. \(2000\)](#) do not discuss possible causative mechanisms for the observed shoreline response.

2.2. Multi-functional structures

As noted earlier, there is growing interest in structures that offer the dual benefit of beach protection and enhanced local surfing conditions. There are a number of multi-functional surfing reefs currently being considered or planned at locations around the world, but at present, a large artificial reef in Australia is the only hybrid beach protection-surfing structure to have been completed. A description of this structure and its performance to date is summarised below.

The performance monitoring of the multi-functional artificial surfing reef located on the Gold Coast, Australia was reported by [Jackson et al. \(2002\)](#). The shoreline at the study area is oriented north–south, with a net longshore sediment transport in the study area of the order of 500,000 m³/year towards the north. This structure is fundamentally different to the ones described above in its design. All the previously described structures were designed for the primary task of beach protection, and hence they were all simple shore-parallel structures. However, the Gold coast structure was constructed with the dual objectives beach protection and enhancing surfing conditions. Hence its configuration was by necessity more complex in order to facilitate surfable waves. The structure is essentially V-shaped in plan with the apex pointing seaward ([Fig. 1](#)). The structure was constructed of large sand filled geotextile bags (up to 350 ton) and extends from about 100 m to 600 m offshore and 350 m alongshore. The apex of the structure was located at a water depth of about 10 m while the inshore extremity was at a depth of 2 m. The ambient bed slope was 0.02. Although the original design for the crest level of the structure was 0.25 m below MLW, this was lowered to 1 m below MLW, principally due to surfer safety considerations. The project also included a major beach nourishment program of approximately 1.2



Fig. 1. Aerial view of the Artificial Surf Break at the Gold Coast, Australia. The structure is V-shaped in plan with the apex pointing seaward (courtesy of International Coastal Management, Australia, www.coastalmanagement.com.au).

million m^3 . The beach nourishment component commenced in February 1999, 6 months prior to the commencement of the reef construction, and was completed by mid-2000. The first phase of the reef construction was completed by December 2000. During the first 6 months after construction seabed erosion (up to 2 m) in the vicinity of the structure resulted in a significant lowering of the crest level. Two further construction phases were undertaken in late 2001 and again in November 2002 to raise the crest level up to the design level of 1 m below MLW.

The shoreline response to this structure has been monitored since mid-1999 using an ARGUS video imaging station. The analysis of the time-series of weekly shorelines extracted from the video images indicated that the structure promoted accretion during the first 12 months (January 2001–January 2002) after the first phase construction was completed. During this period the up-drift southern beach widened by up to 25 m for a distance of 450 m alongshore while the northern beach widened by about 10 m for a distance of 400 m. During the next 6 months however a net erosion trend was observed along the entire 4.5 km long study area. Interestingly, a decreased rate of shoreline recession was indicated directly in the lee of the structure during erosion events, when compared to the adjacent shoreline. Although it is not clearly evident in the data presented, Jackson et al. (2002) also stated that a salient was persistent in the lee of the structure. However, there is no discussion on the evolution of the salient nor its size. Turner (in press) described shoreline response to the Gold Coast reef in more detail using odd–even function analysis to analyse shoreline data obtained from the video images for the first 2 years after the major construction phases of the Gold Coast reef were completed (January 2001–January 2003). This analysis indicated the evolution of a salient in the lee of the structure, which enhanced the beach width in that area by an additional 10 m–20 m, superimposed upon a general accretionary trend along the adjacent shoreline during the same period.

2.3. Natural reefs

Shoreline salients are often observed in the lee of natural reefs located in the nearshore region. Therefore, it might be possible to gain some insight into shoreline response to engineered submerged structures by investigating the characteristics of natural reefs and associated shoreline salients. Black and Andrews (2001) attempted to quantify the shape and dimensions of salients and tombolos formed in the lee of natural reefs by the visual inspection of aerial photographs. A total of 149 salient and tombolo features from the New Zealand and New South Wales (Australia) coastlines were analysed in this study. The results of this analysis suggested that, as is also the case for emergent breakwaters (Silvester and Hsu, 1997), the length of natural reefs and their distance from the undisturbed shoreline (i.e. the inferred alignment of the shoreline if the reef did not exist) are the two critical parameters that distinguish between the formation of a salient or tombolo. Defining B as the alongshore length of the reef and S as the distance of the reef from the undisturbed shoreline, tombolos in the lee of natural reefs were observed to form when $B/S > 0.6$, and salients when $B/S < 2$. Black and Andrews (2001) concluded with the intriguing result that, all other parameters (B , S , wave climate, etc.) being equal, a larger salient was expected to develop in the lee of a submerged structure than in the lee of an emergent structure. Black and Andrews (2001) further extended their analysis to present expressions to predict the salient amplitude (the offshore position of the salient apex) and the geometric shape of the salient. The findings of this unique study are discussed in further detail in Section 5.

3. Physical modelling

There are a relatively limited number of scale physical model studies that have sought to investigate the three-dimensional nearshore circulation patterns and resulting

Table 2
Main features of the 3D laboratory experiments investigating shoreline response to submerged structures reported in the published literature

Reference	Bed	Wave orientation	Indicated/ implied shoreline response
Browder (1994), Dean et al. (1994)	Fixed	Shore normal	Erosion
Nobuoka et al. (1996)	Fixed	Shore normal	Erosion
Groenewoud et al. (1996)	Mobile	Shore normal	Erosion
van der Biezen et al. (1998)	Mobile	Shore normal	Erosion
Loveless and MacLeod (1999)	Fixed and mobile	Shore normal and oblique	Inconclusive
Turner et al. (2001)	Fixed and shoreline tracer material	Oblique	Accretion

shoreline response in the vicinity of submerged structures. The great majority of laboratory experiments concerned with submerged breakwaters have focussed on wave transmission across the crest (e.g. Johnson et al., 1951; Tanaka, 1976; Ahrens, 1987; van der Meer, 1991; Seabrook and Hall, 1997, 1998). A comprehensive review of this category of laboratory work is presented in Wamsley et al. (2002), and hence is not reproduced here. Many other laboratory experiments on this topic have been undertaken in two-dimensional wave flumes, which by necessity assumes alongshore uniform conditions (e.g. Diskin et al., 1970; Loveless et al., 1998; Bleck and Oumeraci, 2002). The conclusions obtained from such experiments assume that the shoreline response would also be alongshore uniform. However, the circulation patterns around submerged breakwaters have been observed to be highly three-dimensional (Dean et al., 1994; Groenewoud et al., 1996; Loveless and MacLeod, 1999). Therefore, the results and conclusions obtained in 2D laboratory experiments are of limited applicability in understanding processes governing shoreline response to submerged structures. For this reason, the compilation below of previously published laboratory results is limited to three-dimensional studies only. The major characteristics of each of the laboratory studies discussed below are summarised in Table 2.

Browder (1994) and Dean et al. (1994) reported a 1:16, fixed bed, laboratory experiment undertaken to predict the hydrodynamic response to the Palm Beach PEP reef described

in Section 2. The basin used in this experiment was square with 14.3 m long sides. The tests were undertaken with monochromatic shore-normal waves of 4 cm height and 2 s period ($H=0.64$ m, $T=8$ s, prototype scale). The wave heights and currents were recorded using capacitance probes and dye and bottom drogoue trajectories respectively. The observed nearshore circulation pattern in the vicinity of the submerged structure is shown in Fig. 2, indicating two opposing nearshore circulation cells consisting of onshore flow over the reef, which then diverged at the shoreline. This circulation pattern, which would tend to transport bed material away from the lee of the structure, was concluded to be the causal mechanism that had resulted in the observed erosion in the lee of the prototype PEP structure at Palm Beach (Dean et al., 1997). The magnitude of the currents were found to be dependent on the crest level, length of structure, distance from shoreline to structure, and incident wave height.

Nobuoka et al. (1996) also described a fixed bed, laboratory experiment where the circulation patterns in the vicinity of a submerged breakwater were investigated. The experiments were undertaken in a small wave basin approximately 2.5 m long and 1.7 m wide. The tests were undertaken with a uniform water depth of 0.1 m (i.e. non-sloping bed). The incident monochromatic waves were shore-normal with 1.7 cm height, and 1.1 s period. The model breakwater structure was 0.6 m long, 0.6 m wide and 6.5 cm high, and was placed in the middle of the basin such that the structure was 0.6 m from the basin wall. The surface and bottom circulation patterns were determined by weighted drogues. The movement of the drogues was recorded by a video camera and traced every 5 s. Fig. 3 shows the circulation pattern obtained at the surface in the vicinity of the structure. The surface circulation pattern again consisted of two opposing circulation cells with onshore flow over the structure and offshore return flow at both sides of the structure. The directions of the bottom layer velocities were observed to be similar to the surface flow.

Groenewoud et al. (1996) reported a larger scale and mobile bed laboratory experiment undertaken in a basin 28 m long and 14 m wide. Two sets of tests were undertaken; one with no structures, and the other with segmented breakwaters superimposed on the same initial bathymetry. The segmented structures were 11 m and 5.5 m long with a gap of 3 m, and were located 5 m from the shoreline in a water depth of 0.33 m. The initial bathymetry was longshore uniform with a slope of 1:15. The tests were undertaken with 1.55 s monochromatic shore-normal waves with heights of 8 cm, 10 cm, and 12 cm.

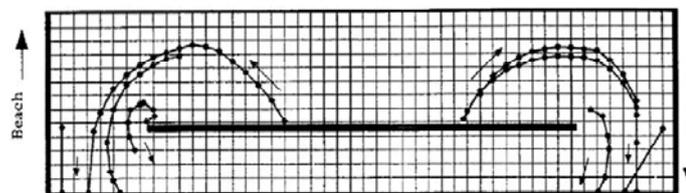


Fig. 2. Nearshore circulation pattern obtained by Browder's (1994) physical model study, showing mean flow over the reef and divergent alongshore currents in the lee of the structure which eventually flow seaward at either side of the structure (from Dean et al., 1997).

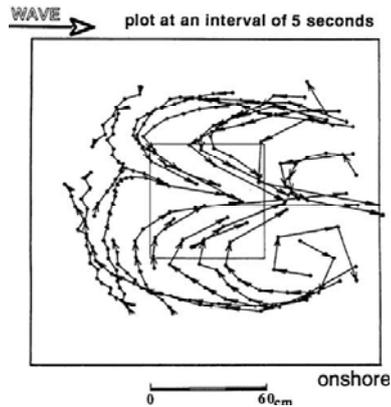


Fig. 3. Nearshore circulation pattern obtained by Nobuoka et al.'s (1996) physical model study.

The mean grain size of the mobile sand bed was 95 μm . The results indicated that the submerged breakwaters led to increased shoreline retreat. Circulation patterns observed in the vicinity of the submerged breakwater were similar to those observed by Nobuoka et al. (1996), i.e. onshore flow over the structure and offshore flow in the gaps. Though not discussed in detail, Groenewoud et al. (1996) concluded that gap width had a significant influence on the shoreline response to the structures.

van der Biezen et al. (1998) reported the results of a mobile bed, laboratory experiment conducted in the same wave basin used by Groenewoud et al. (1996). From the three series of tests undertaken, only the results of the three-breakwater case were presented. For this case the structures were 6 m long with gaps of 3 m in between. The crest width was 0.16 m while the crest level was 0.1 m below SWL. The structures were placed about 7 m from the initial shoreline with their seaward toe in

0.4 m water depth. Three different monochromatic (1.55 s period) wave heights of 8 cm, 10 cm, and 12 cm were used in the tests. The waves were incident shore-normally in all cases. The predicted time- and depth-averaged currents indicate onshore flow over the structure, diverging behind the structure and turning toward the gap, and flowing offshore through the gaps. van der Biezen et al. (1998) attributed the observed erosion in the lee of the structures to this circulation pattern.

Loveless and MacLeod (1999) described a 1:18, laboratory experiment undertaken to investigate the modification of nearshore processes by fully emergent, partially emergent and fully submerged breakwaters. The wave basin was 36 m and 23 m in the longshore and cross-shore directions respectively. The model was a replica of the breakwater system at Elmer, UK which consists of 8 emergent breakwaters and a terminal groyne. However in this study, the model only incorporated 5 (fixed bed tests) and 3 (mobile bed tests) breakwaters. The crest width of the structures was 0.28 m (5 m, prototype scale). The bathymetry and experimental layout used in these tests are shown in Fig. 4. The fixed bed in the area inshore of the structures was excavated and replaced with sediment in the mobile bed tests. Model tests with wave heights between 6 cm and 9 cm (1 m and 1.6 m, prototype scale), wave angles between 20° and 20° (relative to the shore normal), and wave periods (monochromatic) between 0.8 s and 1.1 s (3.4 s and 4.7 s, prototype scale) were undertaken for three breakwater configurations: fully emerged, crest at MWL, and fully submerged. Based on the current measurements obtained in the wave basin, Loveless and MacLeod (1999) suggested that the circulation pattern in the lee of a submerged breakwater would be distinctly different to that behind a fully emergent breakwater. A sketch presented by Loveless and MacLeod (1999) to illustrate the observed reversal in rotation of nearshore circulation cells is reproduced here in Fig. 5. Loveless and MacLeod (1999) argued that this difference is

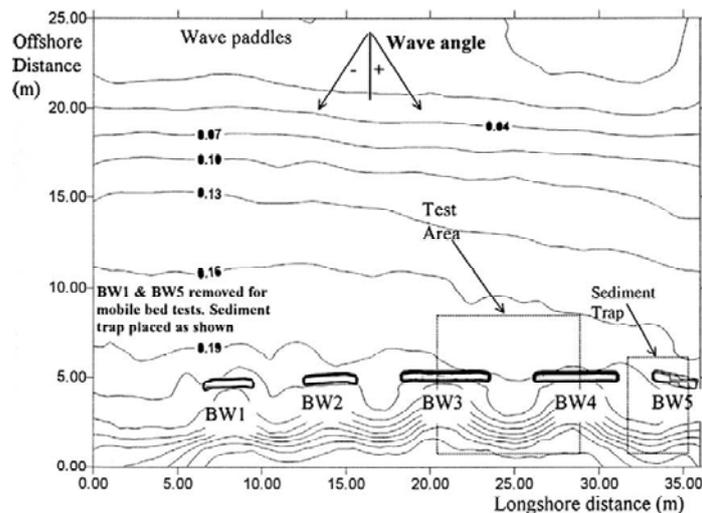


Fig. 4. The initial bathymetry, corresponding to the bathymetry at Elmer, UK, used in the laboratory experiments undertaken by Loveless and MacLeod (1999).

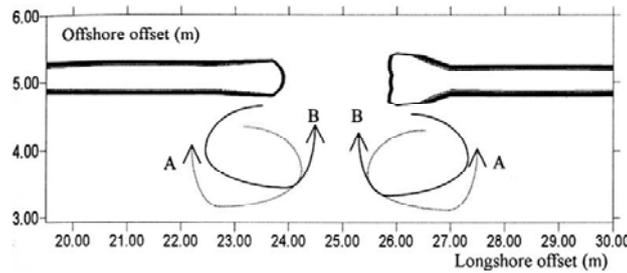


Fig. 5. Schematic depiction of the different nearshore circulation patterns expected in the vicinity of submerged (circulation pattern FB.) and emergent breakwaters (circulation pattern FA.) presented by Loveless and MacLeod (1999).

caused by the relative importance of currents generated due to longshore set-up gradients between the gap area and the area behind the structures. It should be noted, however, that aside from the sketch reproduced in Fig. 5, only the detailed results for the emergent and over-topping (crest at MWL) cases were presented by Loveless and MacLeod (1999). The results presented for these two cases do not appear to indicate the circulation pattern predicted for a submerged breakwater as shown in Fig. 5. Unfortunately, the results of the mobile bed tests for the fully submerged case were not presented. The mobile bed results that were presented indicated shoreline accretion for the emergent case, and bed erosion in the area immediately behind the ends of the breakwaters for the over-topping case.

Turner et al. (2001) described a 1:50, laboratory experiment undertaken to investigate hydrodynamic and morphological response to the Gold Coast (Australia) artificial reef structure described in Section 2. It is again noted that this structure departed significantly from the conventional shore-parallel configuration, due to its intended dual function of enhancing surf conditions as well as beach protection. Due to the large

size of the reef model, the use of a mobile bed was seen as unfeasible and hence a lightweight tracer material (Hughes, 1993) was used to monitor shoreline changes induced by the structure. This method was expected to be a good proxy for qualitatively determining areas of shoreline erosion/accretion primarily due to swash processes. In contrast to a fully mobile bed model, nearshore bed accretion/erosion patterns cannot be reproduced when using this method. The tests were undertaken in a basin 24.5 m long and 16 m wide, and approximately 0.3 m water depth at the seaward toe (Fig. 6). All tests were undertaken with monochromatic waves representing wave heights of 1 m to 4 m and wave periods of 6 s to 13 s in the

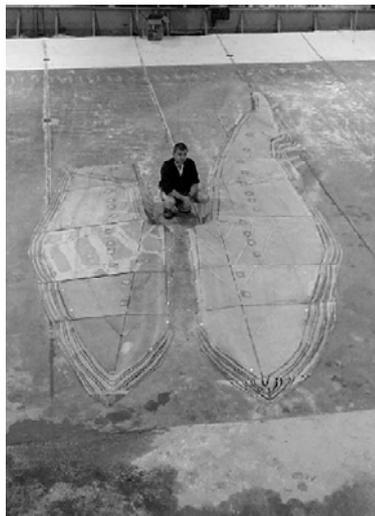


Fig. 6. The physical model of the Artificial Surf Break at the Gold Coast, Australia (from Turner et al., 2001).

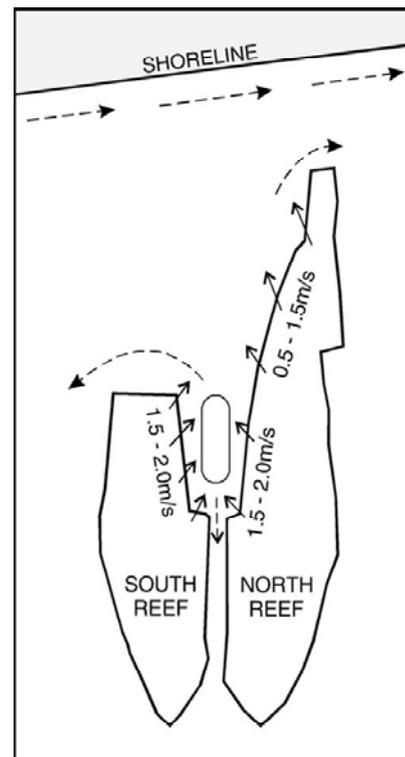


Fig. 7. The nearshore circulation pattern predicted by the physical model experiment of the Artificial Surf Break at the Gold Coast, Australia (from Turner et al., 2001).

prototype ($H=2\text{ cm}-8\text{ cm}$, and $T=0.85\text{ s}-1.84\text{ s}$, model scale). Wave characteristics were measured using capacitance probes, while currents were measured using a combination of mini-current meters and dye traces captured by video and digital cameras. It should be noted that for the tracer tests only waves incident from the south–east quadrant (95- to 115-) were examined, as the waves in the study area are predominantly incident from this sector. Hence, all tested waves were obliquely incident to the north–south aligned initial shoreline.

The generalised nearshore circulation pattern observed by Turner et al. (2001) is reproduced in Fig. 7. Fundamentally, the circulation pattern consisted of two opposing cells with divergent flows in the lee of structure, superimposed on a strong unidirectional longshore current. The reported resultant effect at the shoreline was a weakened longshore current along the up-drift section of the shoreline behind the reef, and an enhanced longshore current in the corresponding down-drift section. This longshore gradient of the longshore current was expected to result in the formation of a salient in the lee of the structure.

The shoreline response tests carried out for modal prototype wave conditions at the study area of $H=1\text{ m}$, $T=11\text{ s}$ (2 cm, 1.56 s, model scale) and 7- incident wave angle indicated the growth of a relatively small salient in the lee of the structure (Fig. 8). The small size of the salient produced was attributed to the high level of wave transmission across the structure (approximately 50%). Down-drift erosion was also indicated during the initial stages of salient growth. The tests undertaken with more

oblique (more southerly) waves indicated a northward shift of the salient, while the tests undertaken with storm wave conditions indicated a significant reduction of the salient size. This reduction in size was attributed to increased transparency of the structure (i.e. higher wave transmission) to larger waves.

4. Numerical modelling

The published literature reports the use of two types of numerical models, one-line models and two-dimensional, depth-averaged (2DH) coastal area models, to simulate shoreline response to submerged structures. One-line models have for the most part been used to simulate shoreline response to zero or low wave transmission structures such as groynes or fully emergent breakwaters. It is important to recognise that shoreline changes predicted by one-line models can only be relied upon to account for the longshore gradients in sediment transport that may arise due to oblique wave incidence. [For a full description of the development of the widely used one-line model GENESIS, including a more detailed discussion of strengths and limitations of the assumptions made therein, the reader is referred to Hanson and Kraus, 1989.] Due to this limitation, the applicability of one-line models to predict shoreline response to submerged breakwaters, where the resolution of the highly 2-dimensional nearshore circulation pattern is critical, is questionable. However, for the sake of completeness the few applications of one-line models to investigate shoreline response to submerged structures are briefly described below.

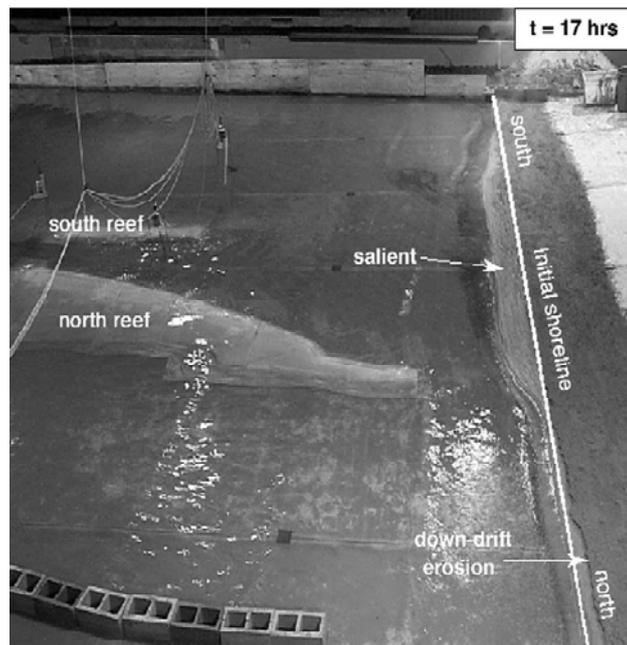


Fig. 8. The salient growth in the lee of the structure predicted by the physical model experiment of the Artificial Surf Break at the Gold Coast, Australia (from Turner et al., 2001).

Hanson and Kraus (1990) described the application of the one-line model GENESIS to investigate, amongst other factors, the effect of wave transmissivity on salient growth. In these simulations the shoreline response to a single shore-parallel breakwater was investigated on a beach with initially straight bottom contours. The alongshore uniform bed slope was 0.01. The structure was 200 m long and located 250 m offshore. The model was forced with shore-normal monochromatic waves with $H = 1.5$ m and $T = 6$ s. The simulations were run for 180 h. Results indicated that the size of the salient decreased as the wave transmissivity increased. An improved version of the GENESIS model, which allows a variable wave transmissivity, was described by Wamsley et al. (2002).

Carley et al. (1999) described the application of GENESIS during the initial design stage of the Gold Coast artificial reef to evaluate the likely regional-scale shoreline response. The model was applied with a range of transmission coefficients and representative offshore wave conditions for the study area. However, only results of the case of 70% transmissivity were presented. The simulation period was 10 years. The results indicated the growth of a salient 50 m wide in the lee of the structure and that the northward longshore sediment transport rate behind the structure would reduce by 80,000 m³/year (from the prevailing value of 500,000 m³/year). Another simulation undertaken with the addition of 1 million m³ beach nourishment indicated that over the 10-year simulation period the beach would prograde by up to 30 m for a distance of 2 km up-drift of the structure.

As noted above, it is anticipated that 2DH coastal area models are more suited to the simulation of nearshore response to submerged structures because these models are capable of reproducing the nearshore circulation patterns observed in field and laboratory experiments described above. The main characteristics of the numerical modelling studies discussed below are summarised in Table 3.

Nobuoka et al. (1996) described the application of a 2DH circulation model to verify the observations made in their laboratory experiments. The depth-averaged circulation pattern obtained for the submerged reef case is reproduced here in Fig. 9. The simulated circulation pattern closely followed (qualitatively) the circulation pattern observed in the laboratory experiments (see Fig. 3). The main features of onshore flow over the reef, diverging longshore currents in the lee of the structure and seaward return flow on either side of structure, were reproduced by the numerical model. The presence of

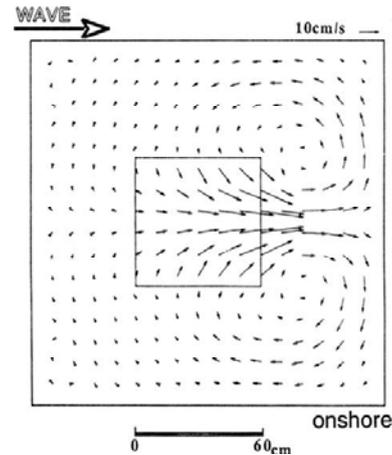


Fig. 9. The depth averaged nearshore circulation pattern in the vicinity of a submerged breakwater predicted by the 2DH numerical model used by Nobuoka et al. (1996).

diverging flow at the shoreline in the lee of the structure was indicative of erosional conditions.

van der Biezen et al. (1998) described the application of Delft3D, a 2DH morphodynamic model to verify their laboratory experiments. The simulated depth-averaged current field accurately reproduced the main features of the circulation pattern observed in the laboratory experiments. These included onshore flow over the structure, divergence of flow in the lee of the structure, and the resulting development of two currents flowing along and behind the structure, which were then observed to flow offshore through the gaps. The model results also indicated significant erosion of the shoreline.

Lesser et al. (2003) described the application of the Delft3D model to a number of idealised submerged breakwater configurations. The underlying bathymetry consisted of parallel depth contours, and the cross-shore profile was representative of Cortellazzo Beach, Italy. The nearshore slope (<2 m depth) was about 0.02, while the bed slope further offshore was about 0.003. The breakwater configurations tested were; a single 1150 m breakwater, two 410 m long segmented breakwaters with a gap of 320 m, three 260 m long breakwaters with 180 m gaps and 215 m gaps, and a single 1150 m long breakwater with 3 shore-normal groynes at 550 m spacing. The wave conditions used were those at Cortellazzo Beach, and consisted of wave heights of 0.54 m to 1.58 m, and periods of 3.3 s to 5.6 s. The mean wave direction was always oblique to the north–south alignment of the shoreline at this site. The longshore sediment transport in the area was estimated at 60,000–100,000 m³/year. The crest width of the breakwaters was 25 m and two crest levels of 1 m and 1.5 m below MSL were tested. The breakwaters were located either 315 m or 460 m from the shoreline for the various configurations. Two sets of simulations were undertaken for durations of 1 year and 5 years.

Lesser et al. (2003) did not present results that describe the circulation patterns induced by the simulated structures. The morphological response for the 1-year simulations presented

Table 3

Main features of the 2DH numerical modelling studies investigating shoreline response to submerged structures reported in the published literature Numerical modelling studies (2DH)

Reference	Model type	Wave orientation	Indicated/implied shoreline response
Nobuoka et al. (1996)	Hydrodynamic	Shore normal	Erosion
van der Biezen et al. (1998)	Morphodynamic	Shore normal	Erosion
Lesser et al. (2003)	Morphodynamic	Oblique	Accretion

for single, two, and three submerged breakwaters indicated salient growth in the lee of the structures and erosion at the ends of the structures and in the gaps. The 5-year simulation undertaken for the single and three breakwater configurations indicated net accretion in the lee of the structures.

5. Discussion

The tangible outcome sought by coastal engineers and managers considering submerged structures to combat beach erosion is the development of suitable design guidelines. Unfortunately, the census of the published literature compiled above indicates that this objective is not yet achievable. As summarised in Tables 1–3, a basic inconsistency presently exists as to whether the placement of a submerged structure in the nearshore will cause erosion or accretion at the shoreline. It

is appropriate to begin this discussion with the case of shoreline response to natural reefs. The empirical relationship proposed by Black and Andrews (2001) is reproduced in Fig. 10. The well known corresponding relationship for emergent breakwaters presented by Silvester and Hsu (1997) is also shown in Fig. 10 for comparison. As noted previously in Section 2, the two curves in Fig. 10 indicate that a submerged reef would result in a larger salient than one that would result from an emergent breakwater of equal size located in exactly the same offshore location (particularly for $B/S < 1.5$).

Because of the large number of natural reefs that were included in the study by Black and Andrews (2001), it is tempting to conclude that engineered submerged structures must similarly cause enhanced shoreline accretion. However, such a conclusion is counterintuitive, as one would expect a higher degree of wave sheltering in the lee of an emergent structure, and therefore less energetic wave conditions, leading to more favourable conditions for salient growth in their lee.

Indeed, a careful consideration of the methodology adopted by Black and Andrews (2001) to assess the critical length scales of natural reefs has revealed several shortcomings which may have affected the accuracy of their results (Ranasinghe et al., 2001).

A major limitation of the empirical relationship proposed by Black and Andrews (2001) is its inability to clearly differentiate between erosive and accretive shoreline response. Since submerged structures can result in both shoreline erosion and accretion (see Table 1), any empirical relationship to predict shoreline response should be able to clearly differentiate between erosive and accretive shoreline response.

What is required for engineering purposes is a quantitative predictive scheme based on easily measurable environmental and structural variables capable of predicting the magnitude of shoreline erosion/accretion in response to submerged structures. However, the published prototype observations as summarised in Table 1 do not even indicate a clear relationship between the mode of shoreline response and measurable environmental and structural variables. For example long structures as well as short structures resulted in erosion (e.g. Palm Beach, Florida [1260 m] and Keino-Matsubara Beach in Japan [80 m]). Similarly, structures with higher crest levels as well as lower crest levels resulted in erosion (e.g. Delaware Bay [crest at MLW] and Niigata Beach, Japan [crest at 1.5 m MWL]), as have both broad-crested and narrow-crested structures (e.g. Keino-Matsubara Beach [20 m] and Palm Beach [4.6 m]). Accretion has been reported at sites of both steep and mild bed slopes (e.g. the Italian sites of Lido di Ostia #1 and Lido Di Dante #2), and structures accompanied by shoreline nourishment programs have been associated with both shoreline erosion (e.g. Keino-Matsubara Beach in Japan and Lido di Ostia in Italy) and shoreline accretion (e.g. Lido di Dante, Italy and at the Gold Coast, Australia). The mode of

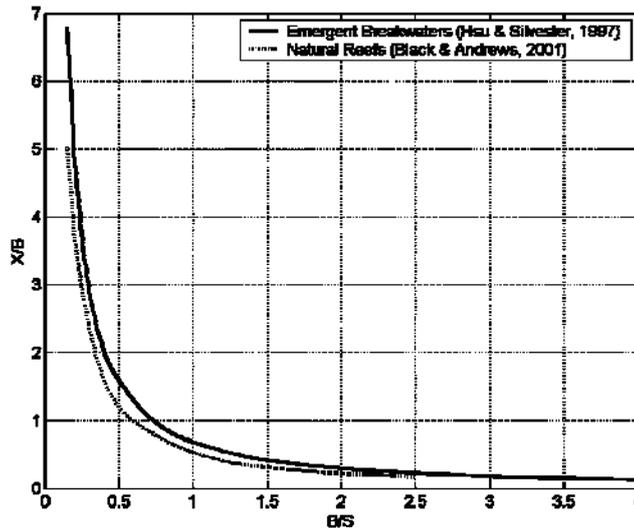


Fig. 10. Predictive relationships between B/S and X/B (B =alongshore length of structure/reef, S =distance from undisturbed shoreline to structure/reef, X =distance between salient apex and structure/reef) for natural submerged reefs (Black and Andrews, 2001) and emergent breakwaters (Silvester and Hsu,

shoreline response also appears to be independent of the ambient longshore sediment transport rate. Shoreline accretion was reported in the lee of structures located on shorelines with high, moderate, and negligible net longshore transports (e.g. Gold Coast, Lido di Ostia, and Lido di Dante respectively), while shoreline erosion was also reported in the lee of structures along coastlines with similarly varying longshore transports (e.g. Palm Beach, Vero beach, and the Marche region respectively). Furthermore, other factors that may govern shoreline response such as the geomorphic setting, storm history and tidal characteristics at the construction sites are not adequately described for the published prototype observations summarised in Table 1. Therefore, currently available field observations appear to preclude the development of a simple empirical relationship, based on easily measurable structural and environmental parameters, which is capable of predicting the basic erosion/accretion mode of shoreline response to submerged structures.

Despite this inconsistency in field observations, the results of the laboratory tests and the 2DH numerical modelling studies (Tables 2 and 3) are encouragingly consistent. For shore-normal waves, both laboratory and numerical model results consistently describe a nearshore circulation pattern that consists of: onshore flow over the structure, the development of two divergent alongshore currents in the lee of the structure, and the seaward return flow around the ends of the structure, resulting in two opposing nearshore circulation cells. A generalised sketch which integrates these findings is presented in Fig. 11. As suggested by Dean et al. (1997) and Loveless and MacLeod (1999), and demonstrated by Groenewoud et al. (1996) and van der Biezen et al. (1998), this type of nearshore

circulation pattern will result in shoreline erosion in the lee of the structure. This is because the strong divergent currents near the shoreline, directly behind the structure, transport sediment away from this area, resulting in shoreline and nearshore bed erosion in its lee.

In contrast to this general erosion trend, the laboratory experiments reported by Turner et al. (2001) and the numerical modelling study reported by Lesser et al. (2003) indicated accretion in the lee of submerged structures. The difference between these two investigations and the other investigations, which predicted shoreline erosion, was obliquely incident waves (as opposed to shore-normal waves), causing substantial longshore sediment transport. Under oblique wave incidence the superposition of the unidirectional longshore current (which is weakened in the lee of a submerged structure) on the nearshore circulation pattern resulting from the flow over the structure appears to result in a gradient in the longshore current as shown in Fig. 12. At the up-drift side, the structure-induced nearshore circulation would oppose the ambient longshore current, resulting in a lower net longshore current in this region. At the down-drift side, the two currents converge, and the net longshore current is enhanced. The net result, confirmed by the results of Turner et al. (2001) and Lesser et al. (2003), is deposition of sediment on the up-drift section of the shoreline behind the structure, and some erosion on the down-drift section. Along coastlines with substantial longshore sediment transport (e.g. the Gold Coast, Australia) this mechanism can account for the development of a salient in the lee of the structure (Turner et al., 2001; Turner, in press).

It should be noted that the shoreline response experiments undertaken by Turner et al. (2001) were not conducted using a

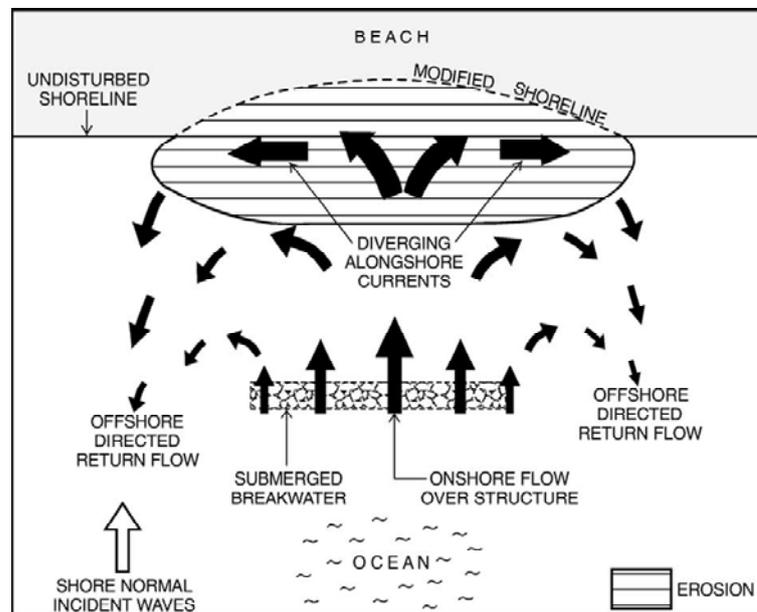


Fig. 11. Schematic depiction of expected nearshore circulation patterns and associated nearshore erosion pattern that may lead to shoreline erosion in the lee of a submerged breakwater under shore-normal wave incidence (i.e. negligible longshore sediment transport).

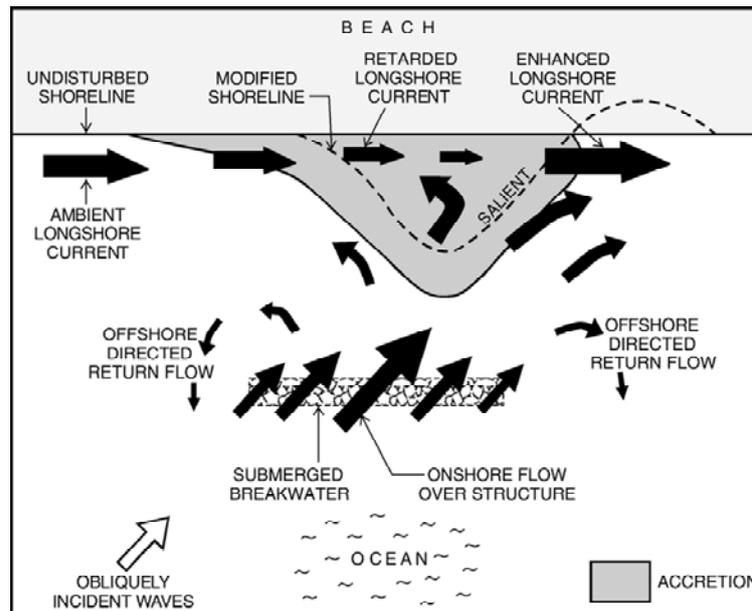


Fig. 12. Schematic depiction of expected nearshore circulation patterns and associated nearshore accretion pattern that may lead to shoreline accretion in the lee of a submerged breakwater under oblique wave incidence (i.e. significant longshore sediment transport).

fully mobile bed. As was noted earlier in Section 3, these scale physical model experiments were undertaken using a hybrid fixed bed/sediment tracer methodology where the submerged nearshore bed was constructed with concrete (immobile) and a lightweight tracer material was placed at the shoreline and subaerial beach. The lightweight material was introduced at regular intervals at the up-drift boundary of the wave basin to maintain sediment continuity under oblique wave conditions. Therefore, in these experiments, the accretion observed in the lee of the model structure under obliquely incident waves could only result from an alongshore gradient in sediment transport within the swash zone. Although the nearshore circulation generated due to the presence of the structure was observed in the model (Fig. 7) the nearshore sediment transport due to these currents outside of the swash zone (i.e. the region of immobile bed) were incorrectly precluded from contributing to the net accretion/erosion trend. However, for this particular case the effect of the nearshore circulation component on the ambient longshore current is likely to be of less significance, due to the very strong longshore current at the site.

In summary, the combined laboratory and numerical modelling results discussed above imply that (a) shoreline accretion will occur in the lee of submerged structures located on coastlines with significant ambient longshore sediment transport, and (b) shoreline erosion will occur in the lee of submerged structures located on coastlines with predominantly shore-normally incident waves. However, field observations (Table 1) do not fully support this hypothesis. Table 1 indicates shoreline erosion in the lee of submerged structures located on coastlines with significant (>50,000 m³/year) and moderate

(20,000–50,000 m³/year) longshore sediment transport (e.g. Lido di Ostia in Italy and Vero Beach, Florida respectively). And, submerged structures located on coastlines with near shore-normal wave incidence (i.e. negligible longshore sediment transport) have conversely resulted in shoreline accretion (e.g. Lido di Dante, Italy). Clearly, the inferred erosion–accretion trends associated with the generalised nearshore circulation patterns depicted in Figs. 11 and 12 do not capture the full complexity of shoreline response to submerged coastal structures.

6. Conclusion—future research directions

From the synthesis of published reports presented here and the discussion above, it is evident that the key environmental and/or structural parameters governing shoreline response to submerged structures are yet to be elucidated. Before engineering design guidelines can be developed for submerged coastal protection structures, a fundamental research challenge is to establish the mechanism(s) that cause erosion or accretion in their lee. Although submerged coastal structures offer the potential for low aesthetic impact incorporating multi-function design, until the response of the adjacent shoreline to this type of structures is better resolved, their use is likely to remain relatively limited.

Both erosional and accretionary cases are reported in the lee of prototype, modelled, or simulated submerged structures. Of the reported parameters of breakwater length, crest submergence level, crest width, nearshore slope, littoral drift rates, and the presence or absence of concurrent sand nourishment, none appears to be critical in governing shoreline response char-

acteristics. It may be specific combinations of these parameters that are important, but it is our view that additional design and/or environmental factors must be considered. For future research, one specific design parameter that has not been adequately investigated is the distance between the undisturbed shoreline and a submerged structure. Preliminary work suggests that nearshore circulation patterns can vary and indeed reverse as a structure of fixed dimensions is moved progressively offshore. A detailed investigation of this preliminary observation is the focus of current numerical and physical model studies.

Acknowledgments

The authors wish to thank Michele Capobianco and Piero Ruol for providing very useful information and insight of the Italian experiences with submerged breakwaters. David Hanslow and Andrew Davidson are acknowledged for the many critical and constructive discussions on the topic. The authors also wish to thank Mojtaba Tajziehchi for assistance in sourcing a number of documents reviewed herein.

References

- Ahrens, J.P., 1987. Characteristics of reef breakwaters. Tech. Rep. CERC-87-17, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Centre. MS, Vicksburg.
- Black, K., Andrews, C., 2001. Sandy shoreline response to offshore obstacles: Part 1. Salient and tombolo geometry and shape. *Journal of Coastal Research, Special Issue 29 Natural and Artificial Reefs for Surfing and Coastal Protection*, pp. 82–93.
- Black, K., Mead, S., 2001. Design of the gold coast reef for surfing, beach amenity and coastal protection: surfing aspects. *Journal of Coastal Research, Special Issue 29 (Natural and Artificial Reefs for Surfing and Coastal Protection)*, pp. 115–130.
- Bleck, M., Oumeraci, H., 2002. Hydraulic performance of artificial reefs: global and local description. *Proc. 28th International Conference on Coastal Engineering 2002*. ASCE, Cardiff, UK, pp. 1778–1790.
- Browder, A., 1994. Wave Transmission and Current Patterns Associated with Narrow-crested Submerged Breakwaters. MSc Thesis, Coastal and Oceanographic Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL. 118 pp.
- Carley, J.T., Turner, I.L., Couriel, E.D., Jackson, L.A., McGrath, J.E., 1999. The practical application of four commercially available numerical beach morphology models on a high energy coastline. *Proc. Coasts and Ports '99*, Perth, Australia. Institute of Engineers, Australia, pp. 101–106.
- Dean, R.G., Dalrymple, R.A., 2001. *Coastal Processes with Engineering Applications*. Cambridge University Press. 488 pp.
- Dean, R.G., Browder, A., Goodrich, M.S., Donaldson, D.G., 1994. Model tests of the proposed P.E.P. reef installation at Vero Beach, Florida. Tech. Rep. UFL/COEL-94-012, Coastal and Oceanographic Engineering Department, University of Florida, Gainesville, FL. 28 pp.
- Dean, R.G., Chen, R., Browder, A.E., 1997. Full scale monitoring study of a submerged breakwater. *Coastal Engineering*, vol. 29. Palm Beach, Florida, USA, pp. 291–315.
- Deguchi, I., Sawaragi, T., 1986. Beach fill at two coasts of different configuration. *Proc. 20th International Conference on Coastal Engineering*. ASCE, Taipei, Taiwan, pp. 1032–1046.
- Diskin, M.H., Vajda, M.J., Amir, I., 1970. Piling-up behind low and submerged breakwaters. *J. of Waterways*, vol. 96(WW2). ASCE, Harbors Division, pp. 359–372.
- Douglass, L., Weggel, J.R., 1987. Performance of a perched Beach-Slaughter Beach, Delaware. *Proc. Coastal Sediments '87*. ASCE, pp. 1385–1398.
- Evans, P., Ranasinghe, R., 2001. Artificial surfing reefs: a new paradigm in coastal protection. *Proc. Coasts and Ports F01, Gold Coast, Australia*. IEAust, pp. 128–133.
- Funakoshi, H., Shiozawa, T., Tadokoro, T., Tsuda, S., 1994. Drifting characteristics of littoral sand around submerged breakwater. *Proc. International Conference on Hydro-technical Engineering for Port and Harbor Construction*, Yokosuka, Japan, pp. 1157–1178.
- Groenewoud, M.D., van de Graaff, J., Claessen, E.W., van der Biezen, S.C., 1996. Effect of submerged breakwater on profile development. *Proc. 25th International Conference on Coastal Engineering*. ASCE, Orlando, USA, pp. 2428–2441.
- Hanson, H., Kraus, N.C., 1989. GENESIS: generalised model for simulating shoreline change: Report 1. Technical reference. Tech. Rep. CERC-89-19, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Centre. MS, Vicksburg.
- Hanson, H., Kraus, N.C., 1990. Shoreline response to a single transmissive detached breakwater. *Proc. 22nd International Conference on Coastal Engineering*, Delft, The Netherlands. ASCE, pp. 2034–2046.
- Hughes, S.A., 1993. Physical models and laboratory techniques in coastal engineering. *Advanced Series in Ocean Engineering*, vol. 7. World Scientific, Singapore.
- Jackson, L.A., Tomlinson, R., McGrath, J., Turner, I., 2002. Monitoring of a multi-functional submerged geotextile reef breakwater. *Proc. 28th International Conference on Coastal Engineering*, 2002. ASCE, Cardiff, UK, pp. 1923–1935.
- Johnson, J.W., Fuchs, R.A., Morison, J.R., 1951. The damping action of submerged breakwaters. *Transactions, American Geophysical Union* 32 (5), 704–717.
- Lamberti, A., Mancinelli, A., 1996. Italian experience on submerged barriers as beach defence structures. *Proc. 25th International Conference on Coastal Engineering*. ASCE, Orlando, USA, pp. 2352–2365.
- Lesser, G.R., Vroeg, J.H., Roelvink, J.A., de Gerloni, M., Ardone, V., 2003. Modelling the morphological impact of submerged offshore breakwaters. *Proc. Coastal Sediments '03*. World Scientific Publishing Co, Florida, USA. On CD-ROM.
- Loveless, J., MacLeod, B., 1999. The influence of set-up currents on sediment movement behind detached breakwaters. *Proc. Coastal Sediments '99*. ASCE, Long Island, USA, pp. 2026–2041.
- Loveless, J., Debski, D., MacLeod, B., 1998. Sea level set-up behind detached breakwaters. *Proc. 26th International Conference on Coastal Engineering*. ASCE, Copenhagen, Denmark, pp. 1665–1678.
- Nobuoka, H., Irie, I., Kato, H., Mimura, N., 1996. Regulation of nearshore circulation by submerged breakwater for shore protection. *Proc. 25th International Conference on Coastal Engineering*. ASCE, Orlando, USA, pp. 2391–2403.
- Ranasinghe, R., Hacking, N., Evans, P., 2001. Multi-functional artificial surf breaks: a review. Report No. CNR 2001.015. NSW Dept. of Land and Water Conservation, Parramatta, Australia.
- Seabrook, S.R., Hall, K.R., 1997. Effect of crest width and geometry on submerged breakwater performance. *Proc. Canadian Coastal Conference*. CCSEA, Ontario, Canada, pp. 58–72.
- Seabrook, S.R., Hall, K.R., 1998. Wave transmission at submerged rubble mound breakwaters. *Proc. 26th International Conference on Coastal Engineering*. ASCE, Copenhagen, Denmark, pp. 2000–2013.
- Seiji, W.N., Uda, T., Tanaka, S., 1987. Statistical study on the effect and stability of detached breakwaters. *Coastal Engineering in Japan* 30 (1), 121–131.
- Silvester, R., Hsu, J., 1997. *Coastal Stabilization*. World Scientific Publishing Co, Singapore. 578 pp.
- Stauble, D.K., Tabar, J.R., Smith, J.B., 2000. Performance of a submerged breakwater along a hardbottom influenced coast: Vero Beach, Florida. *Proc. 13th National Conference on Beach Preservation Technology*, Melbourne, Florida, USA, pp. 175–190.

Ejemplo de texto semiespecializado



Environment and development
in coastal regions and in small islands



Coastal management sourcebooks 3
Part 3 Habitat Classification and Mapping

9 Methodologies for Defining Habitats

Summary What is understood by ‘habitat mapping’ may vary from person to person so it is important to make a clear definition of habitats prior to undertaking the study. The objectives of most habitat mapping exercises can be classified into five groups: (i) ad hoc definition of habitats without field data, (ii) application-specific studies concerning only a few habitats, (iii) geomorphological studies, (iv) ecological studies, and (v) studies which combine more than one type of information (e.g. geomorphology and biotic assemblages).

An ad hoc approach to defining habitats is relatively cheap but is only recommended in cases where the accuracy of habitat maps may not be important. Habitat-specific studies should include the habitat of interest and those additional habitats which are most likely to be confused with it, thus permitting the accuracy of mapping to be evaluated. Geomorphological classifications can be assigned to imagery with little or no field work and some examples of such classifications are given. The establishment of ecological habitat classifications (e.g. assemblages of bottom-dwelling species and substrata) requires multivariate analysis of field data, such as hierarchical cluster analysis. These methods simplify the dataset and provide the classification scheme with an objective basis. The characteristic and discriminating features of each habitat can be identified and used to make a clear and unambiguous description of the classification scheme, thus facilitating its use and interpretation. Combined geomorphological and ecological classifications may be the most appropriate for remote sensing of tropical coastal areas.

Introduction

It is vital to have a clear idea of the study objective (s) before conducting field work or selecting imagery. For example, stating that the study aims to map ‘coral reef habitats’ is not necessarily adequate because the definition of ‘coral reef habitat’ is likely to differ from person to person. In this example, the definition could embody reef geomorphology, assemblages of reef-dwelling organisms, the reef’s physical environments, or a combination of each .

The mapping objectives of most remote sensing exercises fall into one of five categories:

[studies using an ad hoc definition of habitats.](#)

[studies which focus on a particular habitat type for a specific application,](#)

[studies which are principally concerned with mapping geomorphology,](#)

[ecological studies which define habitats through quantification of biotic assemblages, studies which combine more than one type of information](#) (e.g. geomorphology and biotic assemblages).

This chapter outlines the methods and pitfalls of these five approaches.

1. *Ad hoc* definition of habitats

Habitats can be defined in an *ad hoc* fashion if the analyst is familiar with the area concerned or if a comparable habitat classification scheme is available. This approach does not usually include the collection of new field data and is often favoured because of its relatively low cost. However, there are several important drawbacks to making habitat maps without reference to field data.

The fundamental definition of classes may be incorrect and not applicable to the area concerned.

Even if the habitat classification scheme is appropriate, habitats may be identified incorrectly on the imagery (i.e. inaccuracies during image interpretation).

Maps tend to have a vague definition of habitats.

Accuracy assessment is not possible without independent field data so the reliability of the map is uncertain.

The resulting maps can be difficult to interpret meaningfully, particularly by individuals who are not familiar with the interpreter's concept of a habitat. By way of example, [Table 9.1](#) outlines a marine habitat classification scheme that we created prior to conducting marine surveys of the Turks and Caicos Islands explicitly for habitat mapping. Categories were based on one person's existing familiarity with the area (two years teaching marine science on the Caicos Bank) and another person's experience from surveying similar ecosystems elsewhere in the Caribbean.

Table 9.1 Preliminary marine classification for habitats of the Turks and Caicos Islands. Note: the scheme was created without field data and was later found to be unsuitable for habitat mapping.	
General habitat type	Specific habitat classes
Reef	Forereef Spur and groove Gorgonian plain <i>Montastraea</i> reef <i>Acropora palmata</i> zone (i.e. branching corals) Reef crest Back reef Mixed back reef community (seagrass / corals) Algal rubble, <i>Porites</i> spp. zone Carbonate pavement Patch reef
Bare Substratum	Sand Mud Hard substratum

Seagrass	<i>Thalassia</i> dominated (high density) <i>Thalassia</i> dominated (low density) <i>Syringodium</i> dominated (high density) <i>Syringodium</i> dominated (low density) Mixed seagrasses (high density) Mixed seagrasses (low density)
Algal dominated	Calcareous green algae Fleshy brown algae

Field data were collected soon after the scheme was created and in the light of these data, the preliminary scheme was found to be unsatisfactory. Firstly, the scheme presented in [Table 9.1](#) was inconsistent and combined geomorphological categories such as ‘spur and groove’ with ecological categories such as ‘*Thalassia* dominated (high density)’. The revised scheme ([Mumby et al. 1998](#)) was confined to ecological categories. Secondly, the scope of the scheme was fairly limited and failed to include many of the ecological classes that were only discovered during field survey (e.g. assemblages of encrusting sponge, seagrass and calcareous red algae). Thirdly, and perhaps most importantly, some of the predicted classes were not actually found at the study site. For example, whilst an ‘algal rubble/*Porites* spp. zone’ is common in Belize, it was not found as a distinct habitat on the Caicos Bank.

In conclusion, unless the accuracy of habitat maps is not deemed to be particularly important, an *ad hoc* approach to defining habitats is not recommended.

2. Application-specific studies

Some remote sensing studies may be highly focused on specific surface features and, therefore, not concerned with mapping all habitats in an area. For example, a manager may be interested to know the extent of fringing red mangrove (*Rhizophora* spp.) along a particular area of coast. Provided that the manager’s definition of fringing red mangrove is clear (e.g. areas where the mangrove species composition exceeds 80% for *Rhizophora* spp.), a comprehensive habitat classification scheme is not required. However, it is sensible to extend the scope of the mapping exercise to include those habitats which most strongly resemble the habitat of interest (e.g. stands of black mangrove, *Avicennia* spp.). By incorporating those habitats which are most likely to create misclassifications and errors in the habitat maps, the accuracy of the mapping objective can be determined. In this example, an accuracy assessment may show that fringing red mangrove and black mangrove are often confused and, therefore, the manager must attribute less confidence to the estimate of red mangrove cover.

3. Geomorphological classifications

Most remote sensing studies of coral reefs have focused on mapping geomorphological classes ([Green et al. 1996](#)). Labelling such classes is relatively straightforward because several geomorphological classification schemes exist (Hopley 1982, [Kuchler 1986](#), [Holthus and Maragos 1995](#)). Examples of some geomorphological classes are given in this chapter to provide guidance ([Plate 4](#)) and encourage standardisation.

Geomorphological classes for coral reefs

[Holthus and Maragos](#) (1995) provide a comprehensive and nicely illustrated guide to reef geomorphology; readers are directed to this publication for detailed information. In

addition, several appropriate geomorphological terms for reef flat, forereef and lagoon habitats are illustrated in Figures 9.1 to 9.3.

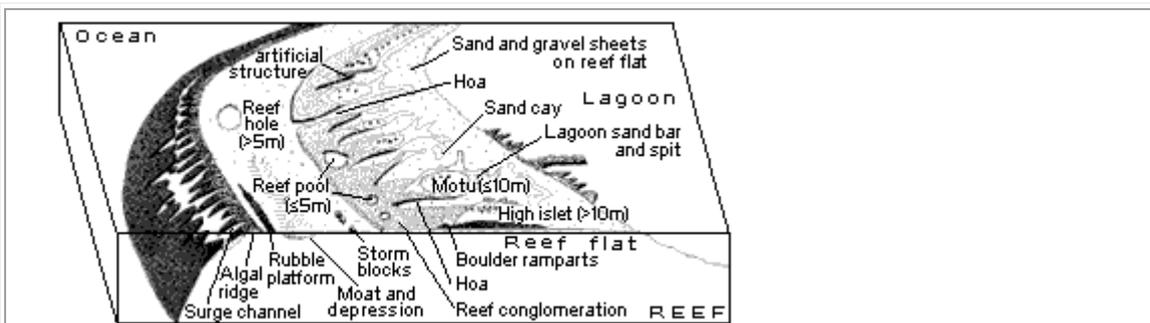


Figure 9.1 Geomorphological terms for reef flats and forereefs. Redrawn from: Holthus, P.F., and Maragos, J.E., 1995, Marine ecosystem classification for the tropical island Pacific. In *Marine and Coastal Biodiversity in the Tropical Island Pacific Region*, edited by J.E. Maragos, M.N.A. Peterson, L.G. Eldredge, J.E. Bardach and H.F. Takeuchi (Honolulu: East-West Center), pp. 239 - 278.

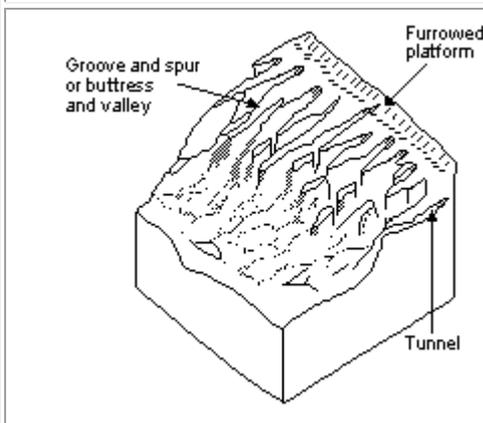


Figure 9.2 Geomorphological terms for foreereef zones. Redrawn from: Holthus, P.F., and Maragos, J.E., 1995, Marine ecosystem classification for the tropical island Pacific. In *Marine and Coastal Biodiversity in the Tropical Island Pacific Region*, edited by J.E. Maragos, M.N.A. Peterson, L.G. Eldredge, J.E. Bardach and H.F. Takeuchi (Honolulu: East-West Center), pp. 239 - 278.

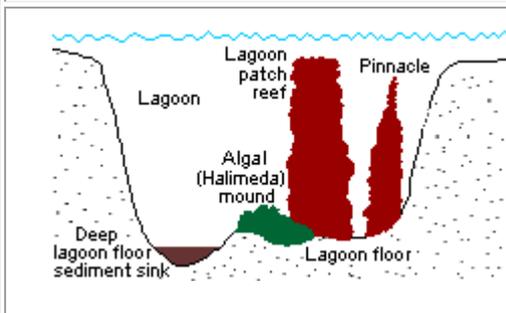
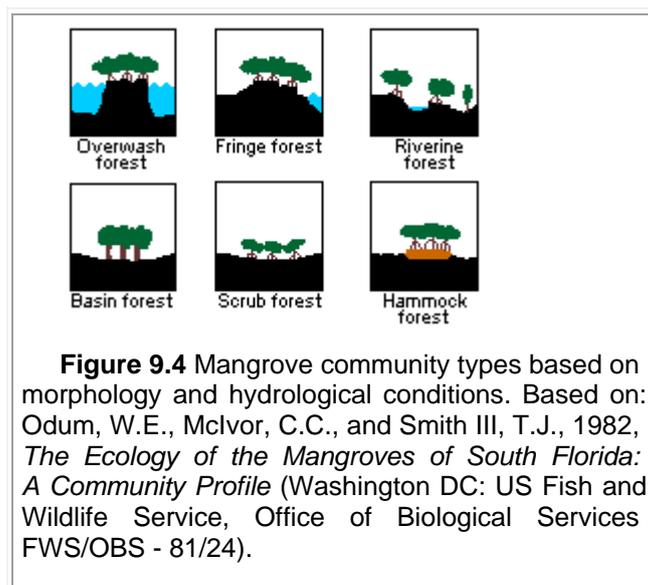


Figure 9.3 Geomorphological terms for lagoon habitats. Redrawn from: Holthus, P.F., and Maragos, J.E., 1995, *Marine ecosystem classification for the tropical island Pacific*. In *Marine and Coastal Biodiversity in the Tropical Island Pacific Region*, edited by J.E. Maragos, M.N.A. Peterson, L.G. Eldredge, J.E. Bardach and H.F. Takeuchi (Honolulu: East-West Center), pp. 239 - 278.

Mangrove community types

Odum et al. (1982) defined several mangrove communities based on their morphology and environment (Figure 9.4). This classification is useful for field studies and can be related to mangrove function (Odum et al. 1982).



4. Ecological classification of habitats

Unlike geomorphological classifications, ecological assemblages do not lend themselves easily to standard classifications. ‘Ecological’ definitions of habitat may be limited to assemblages (communities) of plant and animal species or widened to include species (or higher taxonomic or functional descriptors) and the substrata which collectively comprise the upper layer of the seabed (benthos). Assemblages of species and/or substrata often exhibit considerable variability and several distinct assemblages may inhabit each geomorphological zone (see [Fagerstrom 1987](#)). As such, it is often more difficult to distinguish ecological assemblages whereas geomorphology can usually be interpreted straight from an image (i.e. in the absence of field survey). As we have seen already, to infer ecological assemblages without field survey is potentially misleading.

It must also be borne in mind that geomorphological zones tend to have more distinct boundaries than ecological habitats (assemblages) which tend to exhibit change along gradients (e.g. progressive changes in species composition with changing depth). This makes the classification of ecological habitats somewhat inexact and one might ask how different two habitats must be before they are considered separate. In fact, many classification schemes have a hierarchical structure to reflect this uncertainty. At one end of the hierarchy, habitats are clearly distinct with little in common (e.g. coral reefs and seagrasses). Whereas at the other end of the hierarchy, habitat types might share a similar complement of species and are only separated because their dominant species differ (e.g. reefs dominated by the macroalgae *Lobophora* spp. or *Microdictyon* spp. – [Plate 8](#)).

There is no absolutely correct method of categorising (classifying) ecological habitats so the choice of methods depends on the objective(s) of the study. Generally, the classification aims to reflect the major habitat types found in the area of interest as faithfully as possible. Regardless of which method is eventually selected, the definition of habitats will always be slightly arbitrary, particularly where gradients of assemblages are involved. It follows that the imposition of habitat boundaries on a map will also be somewhat arbitrary which, practically speaking, means that habitat maps can never be 100% accurate.

A good habitat classification scheme must be interpreted easily and be unambiguous. To fulfil these criteria, habitat types should be determined objectively and have semi-quantitative, or preferably quantitative, descriptors that characterise habitats and discriminate between them. Linking habitat maps to reality is important for several reasons:

Maps can be related explicitly to the species/life-forms/ substrata in each habitat.

Quantitative descriptors of the habitat type facilitate the recognition of habitats *in situ*. This is important for further field survey (e.g. accuracy assessment) and enables other surveyors to interpret the scheme and adopt it in other areas.

Each habitat has an objective basis and it may, therefore, be thought of as a unit of assemblage (or community) diversity. Planners may then identify representative habitats (McNeill 1994) or assess patterns and hotspots of habitat diversity.

Ideally, the scheme should have a hierarchical structure to encompass a broad range of user needs, technical ability and image types. For example, it is easy to visualise a coastal mapping strategy which uses Landsat TM to make a national marine habitat map with coarse descriptive resolution (i.e. few classes; see Chapter 11), and that this would be augmented using airborne digital imagery with finer descriptive resolution (a greater number of habitats), at specific sites of interest.

An ecological dataset may include; species cover (abundance), substratum cover, tree height, canopy cover, biomass, and so on. Each of these variables describe part of the ecological and physical characteristics of a habitat. After field work, the data analyst may face a complex data set which includes measurements for multiple variables at each site. To extract the characteristics of each habitat (i.e. natural groupings of data), some form of multivariate analysis is required to simplify the data. Multivariate statistics have been developed for over a century and aim to simplify and describe complex data sets. The rest of this chapter focuses on the use of multivariate statistics for defining habitats. A broader discussion of the classification of marine habitats is given in Mumby and Harborne (1999).

Multivariate classification of field data

The definition of habitat types from field data is not difficult but several important decisions must be made during the analysis (Figure 9.5). An overview of these decisions is provided here, but readers are referred elsewhere for a more detailed discussion (e.g. Digby and Kempton 1987, Hand 1981, Clarke 1993, Clarke and Warwick 1994). To identify groups (habitats) in the data, the most appropriate suite of statistical tools are known as multivariate classification or cluster analysis. A biological example will be used to explain the concept of cluster analysis. Imagine that the composition of seagrass and algal species had been measured at each of (say) 70 sites. The similarity (or dissimilarity) between each pair of sites can be determined using a similarity coefficient. For every pair of sites, the coefficient evaluates the similarity in abundance of each species. The result is usually the algebraic sum of similarities for each species and ranges from 0–1. Two sites with a similarity of 0, have no species in common whereas a similarity of 1 constitutes an identical complement of species with identical abundances at each site. Simulation experiments with various similarity measures have found the Bray-Curtis similarity coefficient (Bray and Curtis 1957) to be a particularly robust measure of ecological distance (Faith *et al.* 1987). The similarity coefficient

essentially exchanges the multivariate data set (e.g. abundances of, say, 20 species) for a single measure of distance/similarity between each pair of sites. A classification algorithm is then used to group sites according to their relative similarities. Those sites that are most alike will cluster (group) together whereas those sites that are more dissimilar are unlikely to join the same cluster. The clusters are represented in a tree-like diagram called a dendrogram (see [Figure 9.6](#)).

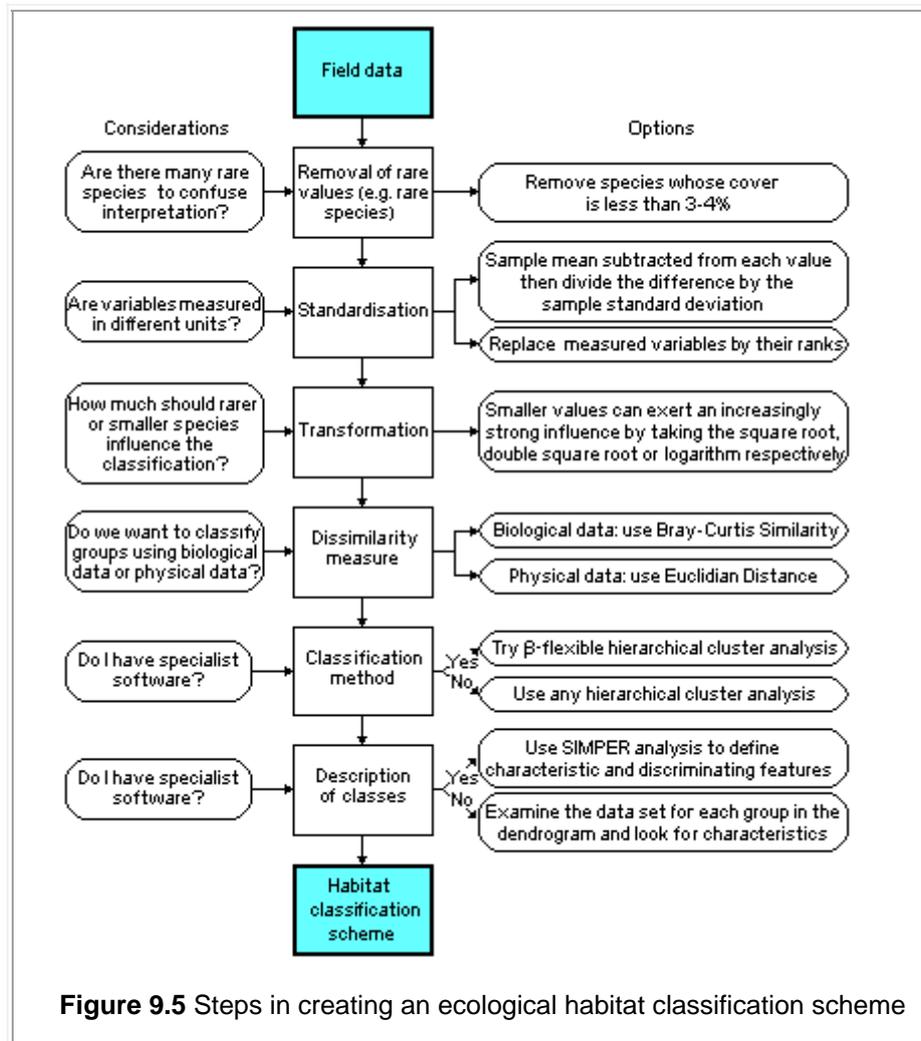


Figure 9.5 Steps in creating an ecological habitat classification scheme

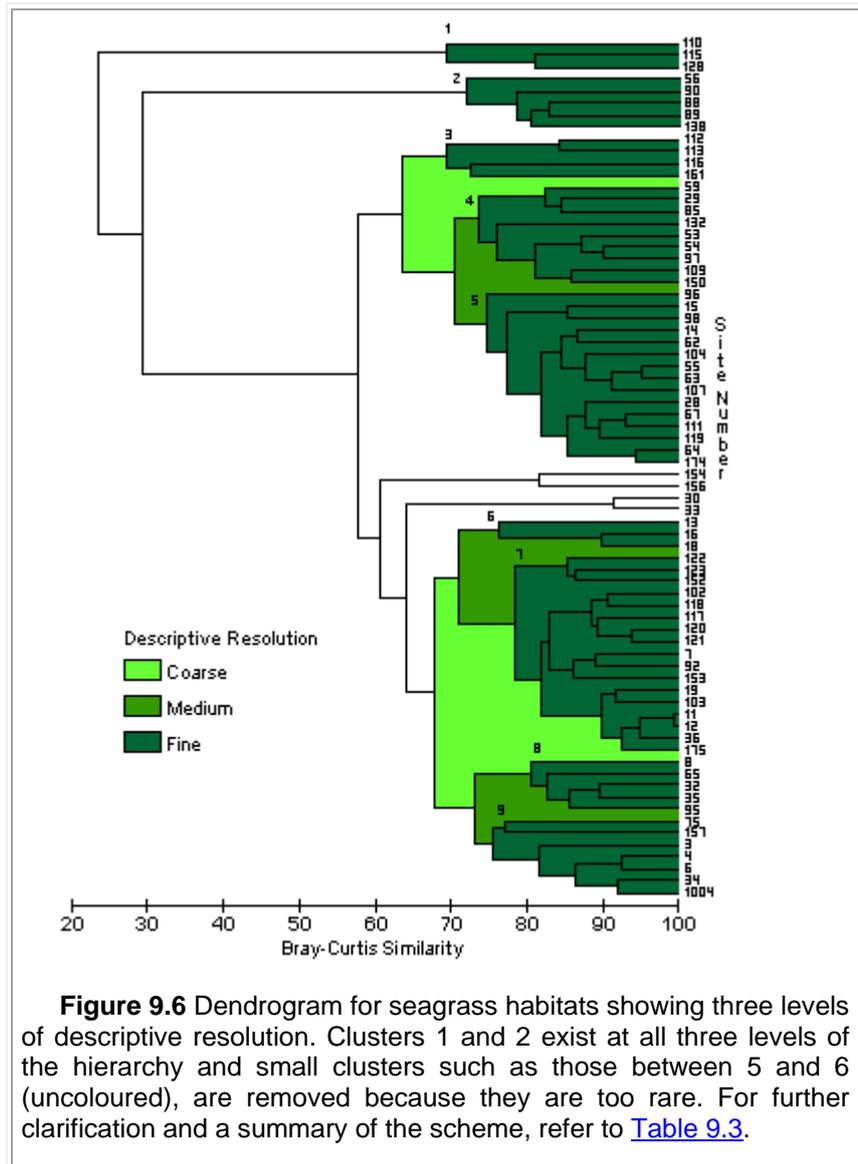


Figure 9.6 Dendrogram for seagrass habitats showing three levels of descriptive resolution. Clusters 1 and 2 exist at all three levels of the hierarchy and small clusters such as those between 5 and 6 (uncoloured), are removed because they are too rare. For further clarification and a summary of the scheme, refer to [Table 9.3](#).

There are dozens of methods available for generating clusters and a discussion of their relative merits is beyond the scope of this *Handbook*. The key point to bear in mind is that no method is perfect: there is no absolute way to describe the grouping of sites. This is because the dissimilarity of sites varies semi-continuously (e.g. along gradients) and the cluster analysis frequently has to make quite arbitrary decisions over which sites should cluster with which others. If specialist software is available (e.g. PATN: [Belbin 1995](#)), a flexible cluster analysis can be used: in this case, classes are ‘believed’ if they remain stable using several different approaches. Alternatively, one of the most popular and widely available [algorithms](#) is hierarchical [classification](#) with group-average sorting ([Clarke and Warwick 1994](#)).

Hierarchical methods will result in subgroups forming from groups and so on. A hierarchical breakdown of habitat types is useful for defining different [descriptive resolutions](#). Large dissimilar groupings (at the left of [Figure 9.6](#)) are more different from one another than the smaller groups toward the right of the dendrogram. Three hierarchical levels of [descriptive resolution](#) are illustrated in [Figure 9.6](#). Since the similarity between groups will be partly reflected in different [reflectance](#)

characteristics, it follows that remote sensing will distinguish the larger groups more easily than the smaller (more similar) groups.

Pre-processing options

Before data are analysed, pre-processing options should be considered ([Figure 9.5](#)). It might be necessary to remove rare species as inclusion may create unnecessary ‘noise’ and obscure the groupings of sites. If different types of data are being combined such as seagrass standing crop and percent algal cover, each variable can be standardised using the methods in [Figure 9.5](#). If data are not transformed, larger values will exert a greater influence on the cluster analysis. The extent of this effect can be altered using transformations of varying severity. For example, when clustering percentage cover data from coral reefs, we elected not to transform the data, thus allowing the dominant species or substrata to exert an appropriately large influence on the habitat grouping. This was deemed necessary because remote sensing is more likely to discriminate habitats on the basis of their major benthic components rather than more cryptic species or substrata. Finally, [Mumby *et al.* \(1996\)](#) present a method of weighting individual species during the calculation of similarity matrices. This might be appropriate if some species are considered to be more important from a conservation perspective but could equally well apply to different substrata, canopy cover values and so on.

Describing characteristics of habitats

The characteristics of each habitat are determined by examining the data in each cluster. In the absence of specialised software such as PRIMER ([Clarke and Warwick 1994](#)), the easiest approach is to calculate the mean and standard deviation of each variable in the cluster. For example, if 30 sites had formed a single cluster (habitat A), the average algal cover, seagrass species composition (etc.) could be calculated for this habitat. Those species and substrata with the highest mean covers/densities are the dominant features of the habitat. It is also worth calculating the coefficient of variation (COV) which is the ratio of the mean to standard deviation. Those species with the highest COVs have the most consistent cover/density in the habitat, although they may not necessarily be dominant. Dominant and consistent features (species, substrata) may be considered characteristic of the habitat. However, different habitats can share the same characteristic features. To identify discriminating features, comparisons must be drawn between pairs of habitats.

A more objective method of identifying characteristic and discriminating features, is Similarity Percentage analysis (SIMPER), described by [Clarke \(1993\)](#) and available in the software, PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). To identify discriminating features, SIMPER calculates the average Bray-Curtis dissimilarity between all pairs of inter-group samples (i.e. all sites of habitat 1 against all sites of habitat 2). Because the Bray-Curtis dissimilarity measure incorporates the contribution of each feature (e.g. each species), the average dissimilarity between sites of habitat 1 and 2 can be expressed in terms of the average contribution from each species. The standard deviation provides a measure of how consistently a given species will contribute to the dissimilarity between habitats 1 and 2. A good discriminating species contributes heavily to interhabitat dissimilarity and has a small standard deviation.

Characteristic features can be identified using the same principle; the main difference is that average similarity is calculated between all sites of each habitat. The species which consistently contribute greatly to the average similarity between sites are considered characteristic of the habitat. The following example illustrates this procedure.

The following SIMPER result (Table 9.2) was obtained from the classification of seagrass habitats (Figure 9.6). Clusters 8 and 9 were compared to identify discriminating features. *Penicillus* spp. is clearly the best discriminating genus, accounting for over 40% of the dissimilarity between habitats. *Halimeda* spp. also offer a fair means of discrimination. Standing crop (of seagrass) would be a better discriminator than *Laurencia* spp. because its ratio of average contribution/standard deviation is higher.

Table 9.2 SIMPER analysis of dissimilarity between seagrass clusters (habitats) 8 and 9 (Figure 9.6 and Table 9.3). The term 'average abundance' represents the average abundance, biomass, density (etc.) of each feature. 'Average contribution' represents the average contribution of feature i to the average dissimilarity between habitats (overall average = 33.7%). Ratio = contribution average/standard deviation. Percentage contribution = average contribution/average dissimilarity between habitats (33.7). The list of features is not complete so percent values do not sum to 100%.

Feature	Average abundance		Average contribution	Ratio	Percentage contribution
	Habitat 9	Habitat 8			
<i>Penicillus</i> spp.	56.0	7.1	11.5	2.1	42.9
<i>Halimeda</i> spp.	25.1	18.8	5.6	1.6	21.7
<i>Laurencia</i> spp.	0.3	3.0	2.1	0.7	7.8
Standing crop	2.2	1.7	1.7	1.9	6.2

An example of a habitat classification scheme

A summary of each habitat type can be presented which broadly follows the structure of the dendrogram. Table 9.3 gives such a summary for habitats categorised by the dendrogram in Figure 9.2.

Table 9.3 Summary of seagrass habitat classes showing cluster numbers from dendrogram (Figure 9.2). Note: the first three clusters (1, 2 and 3) were excluded from the scheme below because it became apparent, through further field survey, that these habitats were rare and thus could not feasibly be mapped.

Descriptive Resolution			
Coarse	Medium	Fine	
Rare habitat classes (removed)		<i>Halodule wrightii</i> of low standing crop (5 g.m ⁻²)	1
		<i>Syringodium filiforme</i> of low standing crop (5 g.m ⁻²)	2
		<i>Thalassia testudinum</i> , <i>Syringodium filiforme</i> , and <i>Halodule wrightii</i> of low to medium standing crop (< 10 g.m ⁻²)	3

Seagrass habitats 4, 5	<i>Thalassia</i> and <i>Syringodium</i> of medium to high standing crop	<i>Thalassia testudinum</i> and <i>Syringodium filiforme</i> of standing crop (5-80 g.m ⁻²)	4
		<i>Thalassia testudinum</i> and <i>Syringodium filiforme</i> of standing crop (80-280 g.m ⁻²)	5
Sand habitats 6, 7, 8	low standing crop <i>Thalassia</i> and sparse algae	<i>Thalassia testudinum</i> of low standing crop (5 g.m ⁻²) and <i>Batophora</i> sp. (33%)	6
		<i>Thalassia testudinum</i> of low standing crop (5 g.m ⁻²) and sand	7
	low to medium standing crop	medium dense colonies of calcareous algae – principally <i>Halimeda</i> spp. (25 m ⁻²) <i>Thalassia testudinum</i> of low standing crop (< 10 g.m ⁻²)	8
Algal habitats 9	<i>Thalassia</i> and dense calcareous algae	dense colonies of calcareous algae – principally <i>Penicillus</i> spp. (55 m ⁻²) and <i>Halimeda</i> spp. (100 m ⁻²) <i>Thalassia testudinum</i> of medium standing crop (~80 g. m ⁻²)	9

Ignoring the first three clusters, which were discarded as representing rare habitats, descriptive resolution was partitioned to give 6 fine-level habitats (clusters 4–9) which we re arranged into 4 medium-level habitats. Medium descriptive resolution included sites of low sea-grass standing crop (clusters 6 and 7), low to medium standing crop (clusters 8 and 9) and medium to high standing crop (clusters 4 and 5; although two of the sites had low standing crop). At coarse descriptive resolution, the low standing crop classes were merged with sand-dominated habitats of the reef classification. This decision was taken because the lower end of the visual assessment scale for seagrass standing crop includes extremely low biomass values (< 5 g.m⁻²) and the distinction between seagrass of low standing crop and sand-dominated habitats is somewhat arbitrary. Medium to high standing crop classes were merged to give a coarse descriptive resolution labelled seagrass.

Software

Most general purpose statistical software offers hierarchical cluster analysis (e.g. SPSS, Minitab). The following also offer more specialised routines:

PRIMER contains objective methods for describing the characteristics of each cluster (group). It costs approximately £330 and is available from: M. Carr, Plymouth Marine Laboratory, Prospect Place, West Hoe, Plymouth PL1 3DH, UK;

PATN contains a comprehensive range of multivariate tools. It costs approx. £500 and is available from Fiona Vogt, CSIRO Division of Wildlife and Ecology, PO Box 84, Lyneham, ACT 2602, Canberra, Australia.

5. Combined hierarchical geomorphological and ecological classifications

Given that benthic geomorphology and biotic/substratum cover strongly influence the radiance recorded by a remote sensing instrument, habitat mapping may subsume

both geomorphological and ecological habitat classifications (sections 3 and 4, above) into a single scheme (Mumby and Harborne 1999). A merged habitat classification scheme provides a geomorphological and ecological component to each polygon on a habitat map (e.g. use of ‘shallow lagoon floor (< 12 m) + *Thalassia testudinum* and *Syringodium filiforme* of standing crop 5–80 g.m⁻², in a legend). Both components can have a hierarchical structure (e.g. patch reef versus dense patch reef or diffuse patch reef; coral versus branching corals or sheet corals). The structure of a combined habitat classification is systematic in that geomorphological and ecological classes are not mixed or used interchangeably, and it also provides flexibility. For example, the geomorphological class ‘shallow lagoon floor (<12 m)’ might also be coupled with the ecological class ‘medium dense colonies of calcareous algae’.

Providing that supporting documentation is clear, use of a hierarchical classification scheme allows some areas to be mapped in greater detail than others without confusing interpretation. Where assignment of a label is uncertain, the designation should reflect this. For example, if the depth of the lagoon is unknown, the geomorphological component should be labelled at a coarser level of the hierarchy (i.e. lagoon). Similarly, the ecological component ‘*Thalassia testudinum* and *Syringodium filiforme* of standing crop 5–80 g.m⁻², may be used in areas which are data rich but ‘seagrass’ might be more appropriate elsewhere.

In practice, a coastal mapping strategy is envisaged which uses Landsat TM data to make a regional marine habitat map of coarse descriptive resolution, and that this would be augmented using airborne digital imagery (e.g. CASI) or possibly colour aerial photography, with finer descriptive resolution, at specific sites of interest. A hierarchical habitat classification scheme helps integrate such hierarchical mapping activities.

Cost considerations

A total of 170 survey sites were visited in the Turks and Caicos Islands mapping campaign. Percentage cover/density data were collected from six 1 m² quadrats at each site, in addition to date, time, water depth, GPS position and a visual estimate of the size of the habitat patch. These data took 4 person-days to enter into a database and a further two days were necessary to produce the ecological classification used throughout the *Handbook*.

Conclusion

The meaning of ‘habitat’ should be made explicit at the outset of any habitat mapping study. *Ad hoc* habitat definitions are not recommended because they are prone to being vague and the accuracy of habitat maps cannot be determined in the absence of field survey. Highly focused studies should embody the habitat of interest and those additional habitats which are most likely to be confused with it, thus permitting the accuracy of mapping to be evaluated. Geomorphological classifications can be assigned to imagery with little or no fieldwork. The derivation of ecological habitat classifications should usually involve objective multivariate cluster analyses of field data. Cluster analysis can be tailored to study objectives by using appropriate pre-processing of field data (i.e. to place emphasis on specific elements of the dataset). Habitat classes should be described quantitatively to facilitate use of the classification scheme by other surveyors and improve its interpretation. A hierarchical approach to habitat classification is useful where coastal areas are mapped with varying detail (e.g.

where more than one sensor is used) and to satisfy a broad range of user needs and expertise.

References

- Belbin, L., 1995, *PATN Pattern Analysis Package* (Canberra: CSIRO Division of Wildlife and Ecology).
- Bray, J.R., and Curtis, J.T., 1957, An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, **27**, 325–349.
- Clarke, K.R., 1993, Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, **18**, 117–143.
- Clarke, K.R., and Warwick, R.M., 1994, *Change in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation* (Plymouth: Natural Environment Research Council).
- Digby, P.G.N., and Kempton, R.A., 1987, *Multivariate Analysis of Ecological Communities* (London: Chapman and Hall).
- Fagerstrom, J.A., 1987, *The Evolution of Reef Communities* (New York: John Wiley & Sons).
- Faith, D.P., Minchin, P.R., and Belbin, L., 1987, Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio*, **69**, 57–68.
- Green, E.P., Mumby, P.J., Edwards, A.J., and Clark, C.D., 1996, A review of remote sensing for the assessment and management of tropical coastal resources. *Coastal Management*, **24**, 1–40.
- Holthus, P.F., and Maragos, J.E., 1995, Marine ecosystem classification for the tropical island Pacific. In *Marine and Coastal Biodiversity in the Tropical Island Pacific Region*, edited by J.E. Maragos, M.N.A. Peterson, L.G. Eldredge, J.E. Bardach and H.F. Takeuchi (Honolulu: East-West Center), pp. 239–278.
- Hand, D.J., 1981, *Discrimination and Classification* (Chichester: John Wiley & Sons).
- Kuchler, D., 1986, *Geomorphological Nomenclature: Reef Cover and Zonation on the Great Barrier Reef* (Townsville: Great Barrier Reef Marine Park Authority Technical Memorandum 8).
- McNeill, S.E., 1994, The selection and design of marine protected areas: Australia as a case study. *Biodiversity and Conservation*, **3**, 586–605.
- Mumby, P.J., Clarke, K.R., and Harborne, A.R., 1996, Weighting species abundance estimates for marine resource assessment. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **6**, 115–120.
- Mumby, P.J., Green, E.P., Clark, C.D., and Edwards, A.J., 1998, Digital analysis of multispectral airborne imagery of coral reefs. *Coral Reefs*, **17**, 59–69.
- Mumby, P.J., and Harborne, A.R., 1999, Development of a systematic classification scheme of marine habitats to facilitate regional management and mapping of Caribbean coral reefs. *Biological Conservation*, **88**, 155–163.

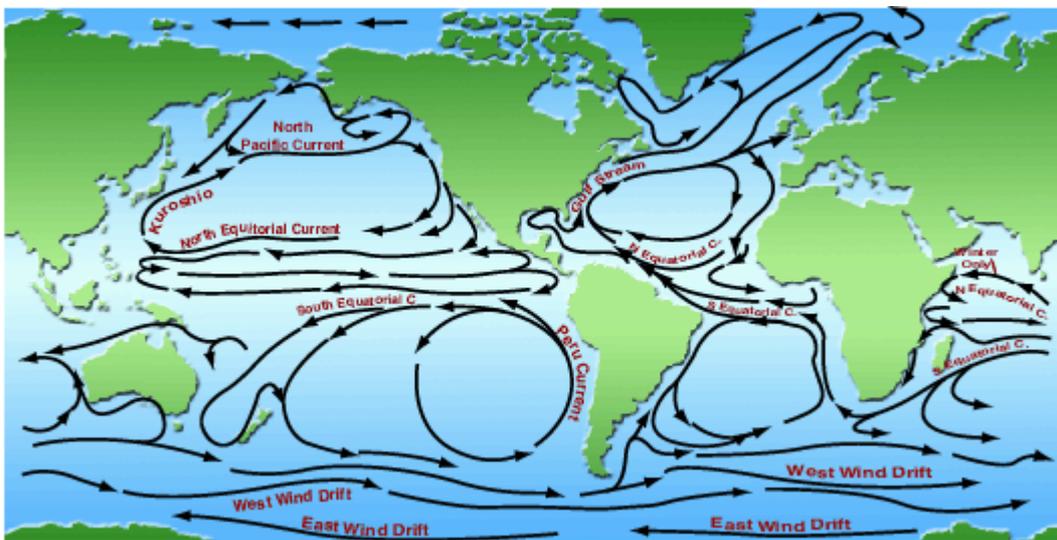
Odum, W.E., McIvor, C.C., and Smith III, T.J., 1982, *The Ecology of the Mangroves of South Florida: A Community Profile* (Washington DC: US Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services FWS/OBS – 81/24).

Start		Introduction	Activities	Publications	Search	
		Wise Practices	Regions	Themes		

Ejemplo de texto divulgativo

OCEAN IN MOTION: CURRENTS - CHARACTERISTICS

Driven by forces such as wind, tides, and gravity, currents keep our oceans in constant motion. Currents move large amounts of water great distances. Countless currents have been named, but the seven major ones are the West Wind Drift (or the Antarctic Circumpolar Current), East Wind Drift, the North and South Equatorial currents, the Peru Current, the Kuroshio Current and the Gulf Stream. These currents flow in large rotating loops called **gyres**. In the Northern Hemisphere, gyres spin in a clockwise direction, and in the Southern Hemisphere, gyres spin in a counterclockwise direction. This is because of Earth's spinning rotation and is called the **Coriolis Effect**.



Large surface currents are mainly driven by winds that blow year round. The winds at the equator are called the **northeast and southeast trade winds**. At the mid-latitudes, the winds are called the **westerlies**, and at the highest latitudes, the winds are called the **polar easterlies**. These winds blow in one direction all year.

Two of the largest currents are the Antarctic Circumpolar Current and the Kuroshio Current. The Antarctic Circumpolar Current, sometimes called the West Wind Drift, circles eastward around Antarctica. The Kuroshio Current, which is located just off Japan's coast, travels up to 75 miles a day at a speed of up to 3 miles per hour.

The Gulf Stream is a current with a strong influence on the East Coast of the United States. Actually, the Gulf Stream is part of a larger current system, which includes the North Atlantic Current, the Canary Current and the North Equatorial Current. From the Yucatan Peninsula in Mexico, the Gulf Stream flows north through the Straits of Florida and along Florida's East Coast. When it reaches North Carolina, around Cape Hatteras, it begins to drift off into the North Atlantic towards the Grand Banks near Newfoundland. The Gulf Stream usually travels at a speed of 3 or 4 knots.

9. Ocean in Motion: Currents - Coastal Current

Sometimes currents occur along the coast and only affect small areas. One current found along the coast is the **Longshore Current**. This current is caused when waves strike the beach at an angle. The front part of the wave hits the shallow water first and slows down. The rest of the wave bends as it comes onto the shore creating a current that parallels the beach. Larger waves, which strike the beach less often at greater angles, create stronger Longshore currents. In areas where Longshore currents often occur, sandbars form.



Rip currents are a potentially dangerous effect of Longshore currents. Rip currents, sometimes called **rip tides**, can happen when Longshore currents, which move parallel to the beach, bounce seaward because of a change in the bottom's structure. Breaks in sandbars are also optimal places for rips to happen. Swimmers need to be careful in areas where rips can occur. A swimmer can be carried out to sea with this flow of water. Swimmers caught in this current should swim parallel to the shore until they are out of the rip current. Then, they can swim safely to shore.

One type of vertical current is called a coastal **upwelling**. Winds blowing offshore (or toward the ocean) push water away from the shore. Deep, colder water rises to replace the water that has been blown out into the ocean. This cold water from deep off the ocean floor brings many nutrients to the surface. Why do you think this water has so many nutrients? Dying organisms and fecal matter fall to the ocean floor. As these decompose (rot), nutrients are released, but few organisms are there to use the nutrients. They remain trapped on the ocean floor until an upwelling pushes them to the surface. Plankton blooms usually follow coastal upwellings because of the abundant nutrients that come with it.

Downwelling is another coastal happening. Onshore winds (or winds blowing toward the shore) push water toward the coast. This drives the nearshore surface water down and away from the coast.

Tides are the periodic rise and fall of the ocean waters. They are caused by the gravitational pulls of the Moon and (to a lesser extent) Sun, as well as the rotation of the Earth.

The Sun and Moon pull on the Earth, the water, even you! But gravitational attraction depends on distance and mass. For example, you have very little mass and you're very close to the Earth, so the Sun and Moon can't just yank you off the planet. The Sun is extremely massive, but it is an average of 93 million miles (150 million km) from Earth, compared with about 238,866 miles (384,400 km) from here to the Moon. And since the Moon is nearly 400 times closer to our planet, its influence on our oceans is twice as strong as the Sun's.

The key to tides is the varying strength of the Moon's gravitational pull on different parts of the globe. The Moon pulls most on the water nearest to it, creating a high tide bulge of water. On the opposite side of the planet, about 7,926 miles (1,2760 km) away, the Moon's pull is much weaker and the water is left to form another high tide bulge. Low tides are found halfway between the highs. The rotating Earth carries us through these regions of high and low water.



Within a small body of liquid, such as a pond or bowl of soup, there are no tides because the whole body of water is the same distance from the Moon, feeling an equal gravitational pull.

The timing of tides is determined by the Earth's rotation and the Moon's orbit around the Earth. As the Earth rotates once about its axis in 24 hours, the Moon is moving 1/30th of the way around in its orbit. It takes a given location on Earth about 50 minutes to

"catch up with" the orbiting Moon, so a particular tide returns in approximately 24 hours and 50 minutes.

When the Moon, Earth, and Sun fall in a straight line, which we call **syzygy** (*siz-eh-gee*), we notice the greatest difference between high and low tide water levels. These **spring tides** occur twice each month, during the full and new Moon. If the Moon is at **perigee**, the closest it approaches Earth in its orbit, the tides are especially high and low.

When the Sun and Moon form a right angle, as when we see a half moon, their pulls fight each other and we notice a smaller difference between high and low tides. These are called **neap tides**.

Factors such as the path the Moon takes around the Earth, our planet's tilt, even the water's depth, and the ocean floor affect tides. Therefore, not all coasts experience two high and two low tides each day.

Semi-diurnal tides occur twice a day. This means a body of water with semi-diurnal tides, like the Atlantic Ocean, will have two high tides and two low tides in one day. **Diurnal tides** occur once a day. A body of water with diurnal tides, like the Gulf of Mexico, has only one high tide and one low tide in a 25-hour period. Some bodies of water, including parts of the Pacific Basin, have **mixed tides**, where a single low tide follows two high tides.

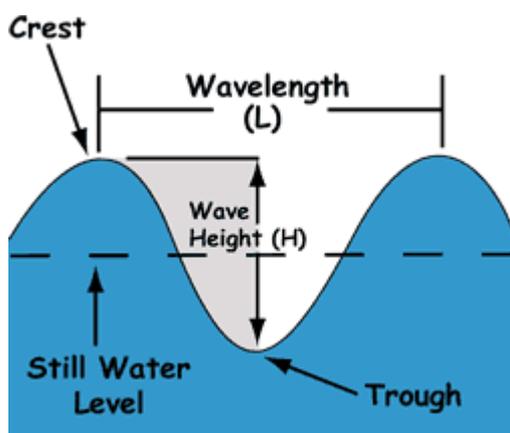


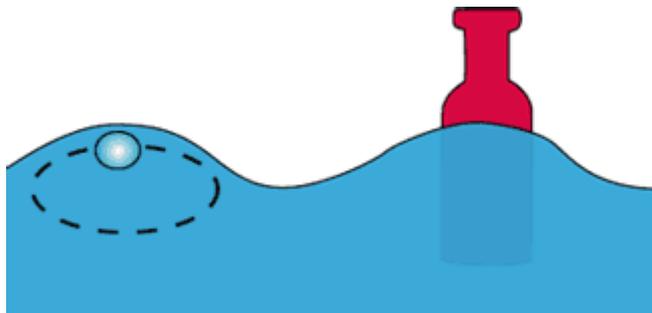
The difference in the height of the water surface between the high and low tides is the **tidal range**. Tidal ranges can be measured in inches, like those in Lake Superior, Michigan, or in feet or yards. In fact, the Bay of Fundy, a V-shaped Canadian inlet in Nova Scotia, has the greatest tidal range known--up to 50 feet! In areas with large tidal ranges, boats anchored at high tide are often left stranded on the dry beach at low tide.

As the sea level rises and falls, it generates a **tidal current** that flows horizontally. Tidal currents caused by the dropping water level (as the tide "goes out") are called **ebb** currents. The rising tide generates **flood** currents. Tidal currents are especially strong where the ocean is connected to an **estuary** or bay, and boats sometimes have to wait for a current in to enter or leave a harbor

Everything from earthquakes to ship wakes creates waves; however, the most common cause is wind. As wind passes over the water's surface, friction forces it to ripple. The strength of the wind, the distance the wind blows (**fetch**) and the length of the gust (**duration**) determine how big the ripples will become. Waves are divided into several parts. The **crest** is the highest point on a wave, while the **trough**, or valley between two waves, is the lowest point. **Wavelength** is the horizontal distance, either between the crests or troughs of two consecutive waves. **Wave height** is a vertical distance between a wave's crest and the next trough. **Wave period** measures the size of the wave in time. A wave period can be measured by picking a stationary point and counting the seconds it takes for two consecutive crests or troughs to pass it.

In deep water, a wave is a forward motion of energy, not water. In fact, the water does not even move forward with a wave. If we followed a single drop of water during a passing wave, we would see it move in a vertical circle, returning to a point near its original position at the wave's end. These vertical circles are more obvious at the surface. As depth increases, their effects slowly decrease until completely disappearing about half a wavelength below the surface.



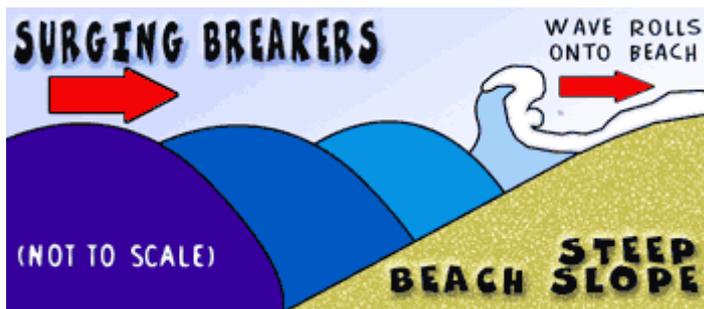


***Watch the water droplet move in a vertical circle as the wave passes. The droplet moves forward with the wave's crest and backward with the trough.**

OCEAN IN MOTION: WAVES - SURF

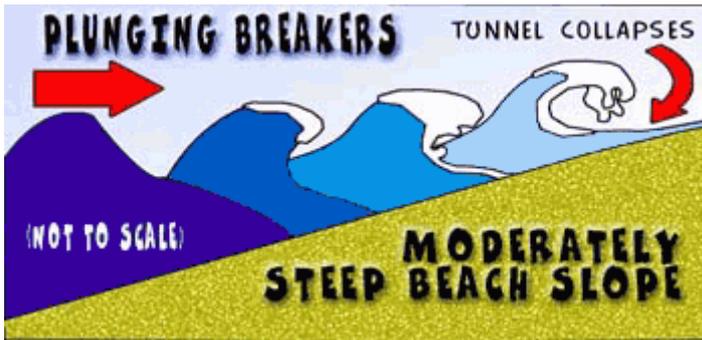
In deep waters, only wavelength and wave period affect a waves speed. As the wave approaches shallow water, or water that is half the wavelength or less deep, the ocean floor begins to affect the wave's shape and speed. Wave height increases, and the crests become more peaked. As the steepness increases, the wave becomes unstable. The forward speed of the crest becomes faster than the speed of the wave, and the wave breaks.

We can describe breaking waves in three different ways: **Surging Breakers**, **Plunging Breakers** and **Spilling Breakers**. You see examples of these at the beach.



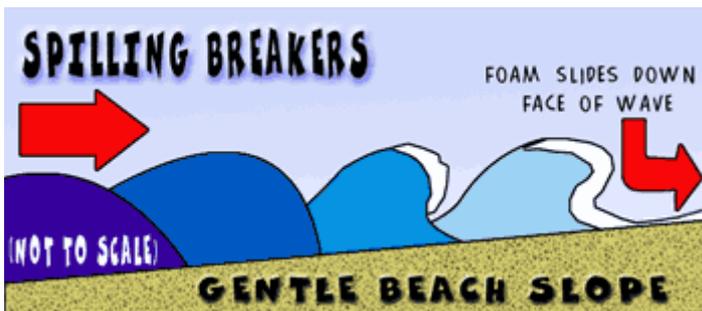
Surging Breakers happen on beaches where the slope is very steep. The wave does not actually break. Instead, it rolls onto the steep beach. These kinds of breakers are known for their destructive nature.

From "Ocean Talk" by Naval Meteorology and Oceanography Command.



Plunging Breakers happen on beaches where the slope is moderately steep. This kind of wave normally curls over forming a tunnel until the wave breaks. Expert surfers love this type of wave!

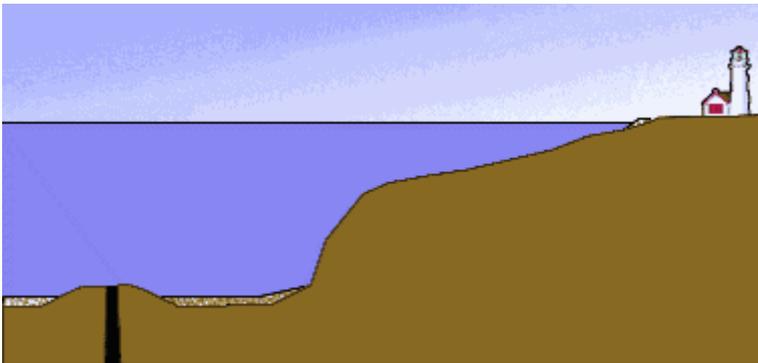
From "Ocean Talk" by Naval Meteorology and Oceanography Command.



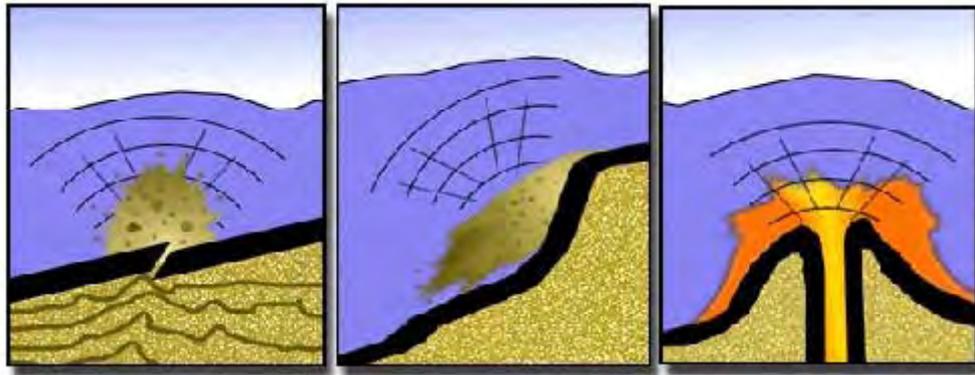
Spilling Breakers occur on beaches with gentle slopes. These waves break far from the shore, and the surf gently rolls over the front of the wave.

From "Ocean Talk" by Naval Meteorology and Oceanography Command.

Sometimes reaching heights of 40 meters (120 ft.) or more, **tsunamis** are the most dramatic and destructive of waves. Underwater disturbances, such as volcanoes, earthquakes and landslides, are the cause of these monster waves. The larger the disturbance, the larger the tsunami will be.



In the open ocean, tsunamis may be hard to spot. Long wavelengths can hide the size of the wave, but just like other kinds of waves, changes occur when the wave enters shallow water. The wavelength shortens, and the height increases. The strength of the disturbance, the distance the wave travels and the shape of the coastline combined determine the tsunami's height, and ultimately, its destructiveness.

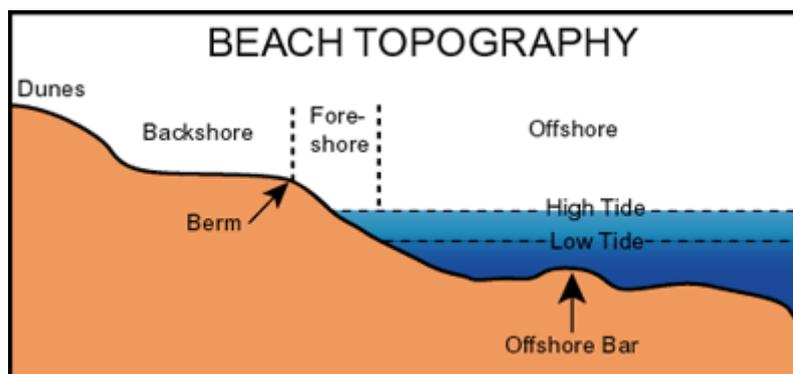


Beaches are areas of loose sediment (sand, gravel, cobbles) controlled by ocean processes. Waves and currents move the accumulated sediment constantly creating, eroding and changing the coastlines.



Kitty Hawk, North Carolina (Office of Naval Research photo).

Most beaches have several characteristic features. First are **offshore** bars, which help protect beaches from erosion. Next is the **foreshore**, which rises from the water toward the crest of the next feature: a **berm**. On low-lying shores, dunes form behind beaches. Dunes look like rolling hills of sand and are blown into place by the wind. New, smaller dunes are often changing shape as the wind continues to affect them. More established (older) dunes hold sand in place with vegetation, such as sea oats.



When people picture beaches, they often think of the ones near where they grew up. Most of the shores along the US's East Coast and Florida's Gulf Coast are white. The white sand comes from granite, which has been broken down, or weathered, into quartz

and feldspar.

But did you know some beaches have black sand? Some islands in the Pacific Ocean do. This comes from the weathering of volcanic rock.



Dunes at Jockey's Ridge State Park in Kill Devil Hills, North Carolina (Office of Naval Research photo).

Other beaches are made of cobbles, or small stones. Waves and currents cause these stones to churn and pound over each other. Little life can exist in such a severe environment.

A primary influence on the formation and evolution of a beach is something called a **longshore current**. This current flows parallel to the beach, causing waves to strike the beach at an angle. The longshore current can carry large amounts of sand along the coast and can form **spits** (narrow peninsulas of sand), **barrier islands** and **tombolos** (narrow sand deposits connecting a near-shore island with the beach).

There are many different types of coasts; beaches are just one type.

Coasts are divided into two categories: **primary coasts**, which were created by non-marine processes, and **secondary coasts**, which were formed by marine action. Primary coasts happen because of changes in the land, such as river deltas or lava flows. Secondary coasts are caused by changes in the ocean, such as the creation of barrier islands or coral reefs.

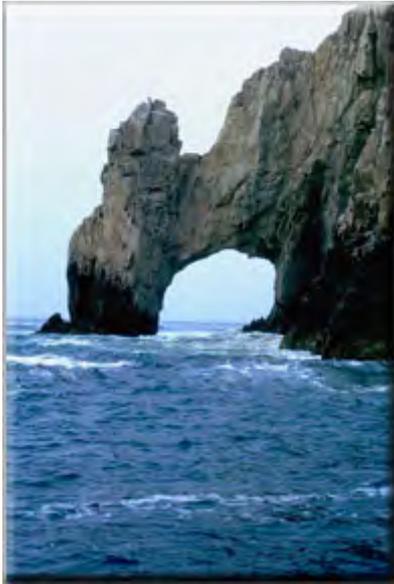
Primary coasts are created by **erosion** (the wearing away of soil or rock), **deposition** (the buildup of sediment or sand) or **tectonic activity** (changes in the structure of the rock and soil because of earthquakes). Many of these coastlines were formed as the sea level rose during the last 18,000 years, submerging river and glacial valleys to form bays and fjords (a type of [estuary](#)).

River deltas are an example of a primary coast. They form where a river deposits soil and other material as it enters the sea. River deltas are divided into three groups: the **river-dominated delta**, the **tide-dominated delta** and the **wave-dominated delta**.

River-dominated deltas, such as the Mississippi or Nile river deltas, are formed when there are large amounts of material in the water, and tidal action is relatively low. Tide-dominated deltas, which are found where the daily **tidal range** is more than a meter, have many branching channels and long narrow islands formed as the tide and river flow in different directions. Wave-dominated deltas are little more than a bulge on the shoreline since there is so much wave activity that all the sediment is spread evenly along the coast and does not accumulate at the river's end.



A Rocky Coast



Primary coasts are divided into two categories:

submergent coasts and **emergent coasts**.

Submergent coastlines result from a general sea-level rise and **crustal subsidence** (a lot of heavy sediment on top of the bedrock is forcing the bedrock deeper into the earth). Most of the eastern United States has submergent coastlines. One example is the Chesapeake Bay. Emergent coastlines result from the land being lifted, either by tectonic activity or rebound from the weight of heavy glaciers, which exposes the former sea bottom bit by bit forming continuously new shoreline. A characteristic feature of emergent coasts are **marine terraces**, formed as tectonic uplift moves the land upward in short bursts, which are then worn by wave action into relatively flat surfaces, somewhat like a large staircase. **Beach ridges** can be formed by rebound, and are composed of cobblestones piled at the surfline by storm activity, which is slowly lifted higher over time.

Secondary coasts are caused by the action of the sea or by creatures that live in it. Sea cliffs, barrier islands, mud flats, coral reefs, mangrove coasts and salt marshes are all examples of secondary coastlines. While most of the eastern United States is considered submergent, a great deal of the coastline formed between submergent features is secondary, such as marshes, mangroves, sand beaches and islands. Large portions of the US Pacific coast are secondary as well, with eroded headlands and wave terraces.

Beaches are full of life - the very grains of sand are host to diatoms, bacteria and other microscopic creatures. Some turtles and fish return to certain beaches each year to lay eggs in the sand. Many kinds of birds, such as terns, gulls, sandpipers, pelicans and loons, make the beach their home. Aquatic mammals, such as sea lions, seals and sea otters, are found along rockier coasts. Crabs, clams, periwinkles, shrimp, corals, starfish and sea urchins are common on nearly all beaches.



A Seagull at Kitty Hawk, North Carolina (Office of Naval Research photo).

Surfers, swimmers and sunbathers use beaches for recreation (play). People fish off beaches for food. Since many people take their vacations at the beach, lots of beaches in tropical locations are important to their country's economy. Entire cities, regions and countries depend on the money tourists spend while visiting the beach.

Erosion (the wearing away of rock and soil) is one of the primary creative forces of many beaches. Erosion provides sand for new beaches and the maintenance of old ones; erosion forms the stacks and arches found on irregular rocky coastlines; and erosion provides the material which forms deltas and barrier islands.

Beaches are naturally very dynamic (always-changing) places, but people try to control them and build permanent structures, such as houses, restaurants, shops and hotels, on or near the shore. The natural erosion and [deposition](#) of beaches becomes a problem. Beaches can disappear over time, or even over night during severe storms.



A Resort Town

Of all the kinds of pollution that beaches endure, oil spills can be the most deadly. A layer of thick oil smothers most small creatures fairly quickly, and larger animals that get away are fouled and poisoned soon after. Beaches do recover in time, but years may pass before new communities of plants and animals move back to an affected area.

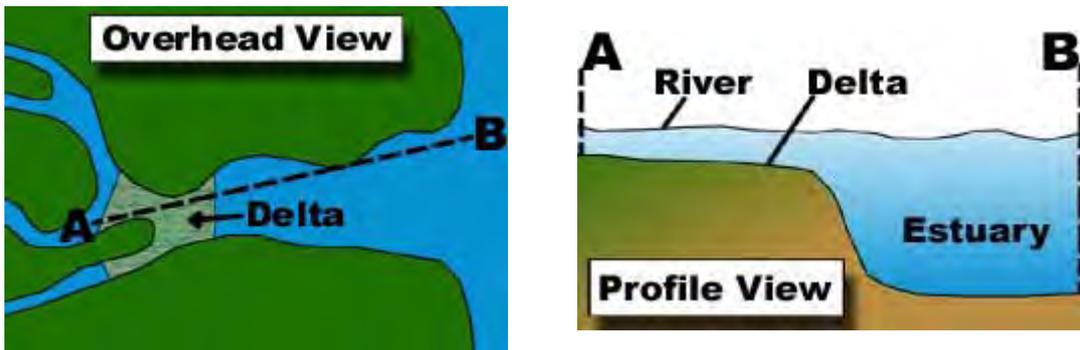
Other kinds of pollution take their toll as well. Garbage that washes up can strangle or entrap wildlife - to a sea turtle, for example, see jellyfish and plastic bags in nearly the same way, and many have died as a result of eating the bags. Industrial waste is often toxic to many kinds of seafife, particularly to filter feeders. Raw sewage has caused dangerous algal blooms, and may play a part in the formation of deadly red tides along with excessive fertilizer runoff.

HABITATS: ESTUARIES - CHARACTERISTICS

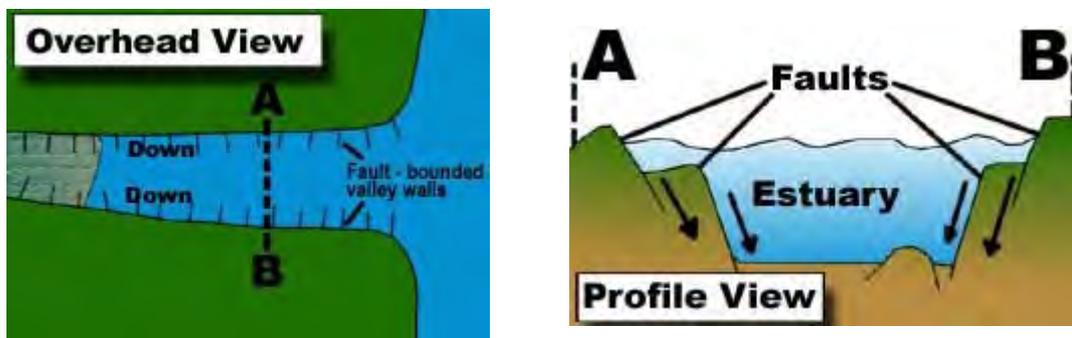
Estuaries are partially enclosed bodies of water where freshwater (water without salt) meets salty ocean water. Bays, inlets and ocean-flooded river valleys are all examples of estuaries.

Estuaries are divided into four types, depending on how they are formed:

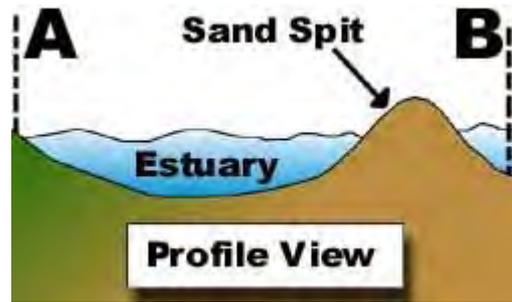
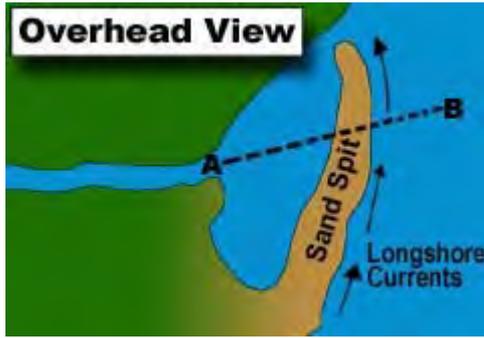
1. **Coastal Plain Estuaries** are formed by the sea level rising and filling an existing river valley. Examples of this are the Chesapeake Bay in Maryland and the harbor in Charleston, South Carolina



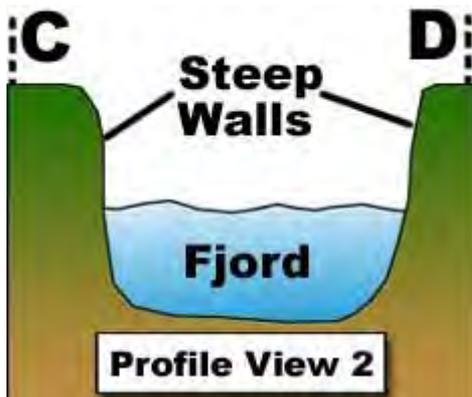
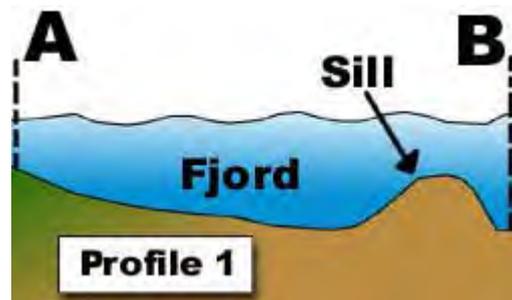
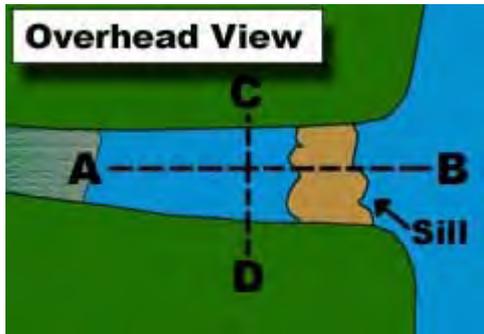
2. **Tectonic Estuaries** are caused by the folding or faulting of land surfaces. These estuaries are found along major fault lines, like the San Francisco Bay area in California.



3. **Bar-built Estuaries** form when a shallow lagoon or bay is protected from the ocean by a sand bar or barrier island. Examples of these are found along the Eastern Seaboard and the Gulf Coast of North America.



4. **Fjords** are U-shaped valleys formed by glacial action. Fjords are found in areas with long histories of glacier activity, like northern Europe, Alaska and Canada.



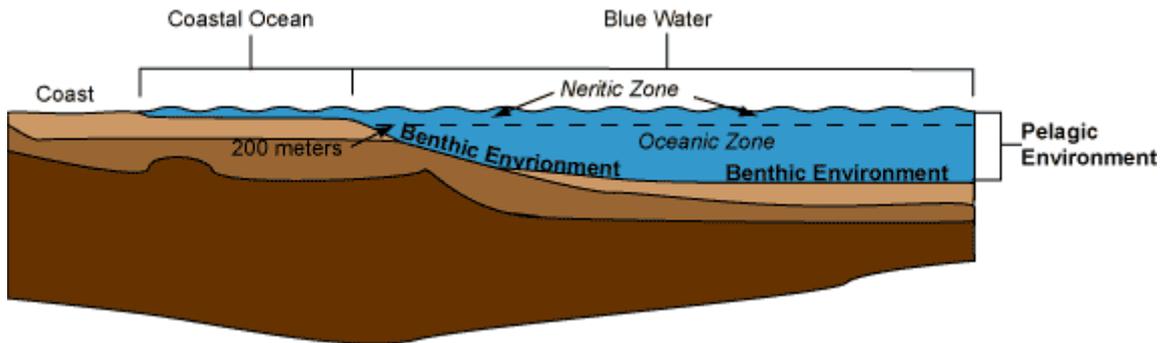
Most of today's estuaries formed because the sea level has slowly risen during the last 18,000 years, drowning river valleys and filling in glacial troughs.

OCEAN REGIONS: BLUE WATER - CHARACTERISTICS

By simply looking at the surface, sitting in a boat or standing on the shore, it's very difficult to see the amazing diversity of life that exists in the ocean.

The ocean is vast, covering a little more than 71 percent of Earth's surface. Of that, 65 percent is considered **blue water** (open ocean)--waters that lie beyond the coastal shallows (coastal ocean). The world of people, trees and birds is relatively flat, never extending too far above or below the ground. Oceans are different; they have an average depth of more than 2 miles and contain life nearly everywhere, even on the deepest bottoms!

Oceanic life is divided into two major categories: the **benthic environment** (the sea floor) and the **pelagic environment** (the ocean waters). The pelagic environment is further divided based on water depth.

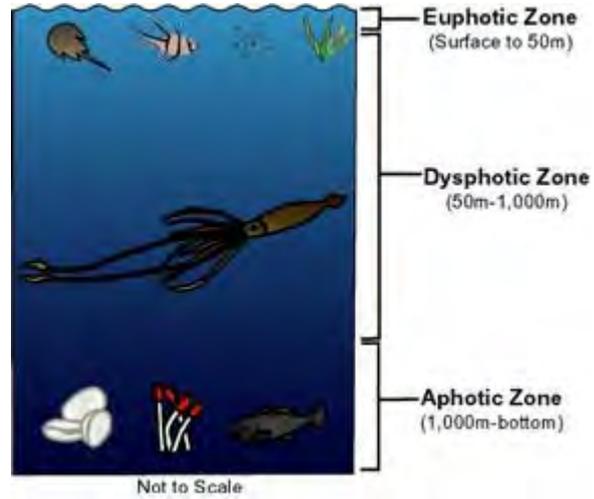


The **neritic zone** is the first 200 meters (656 feet) of ocean water, which includes the seashore and most of the continental shelf. Most photosynthetic life (life that uses light energy to convert carbon dioxide and water into food), such as **phytoplankton** and floating sargassum, is found in this region. **Zooplankton**, which is the floating creatures ranging from microscopic diatoms to small fish and shrimp, also live here. Many species of whales, like the gigantic blue and humpback whales, feed almost entirely on the tiny zooplankton. These whales force seawater through baleen plates (combs of bony material that form in the place of teeth) to filter out the tiny sea creatures. The largest of all fish, the whale shark, lives off plankton alone!

Although fish are found everywhere in the ocean, the abundance of small organisms in the neritic zone provides a plentiful source of food for larger animals. Great schools of tuna and mackerel feed on squid, krill and small fish that gather where warm waters meet nutrient-rich cooler waters. The largest example, the Northern Bluefin Tuna, can grow to be more than 10 feet long and weigh over 1500lbs! Most sharks are common near the surface as well, some feeding on schools of fish, while others, including the basking and whale sharks, eat plankton.

The **oceanic zone** extends from 200 meters (656 feet) deep all the way down to the bottom of the ocean, which can be thousands of meters deep.

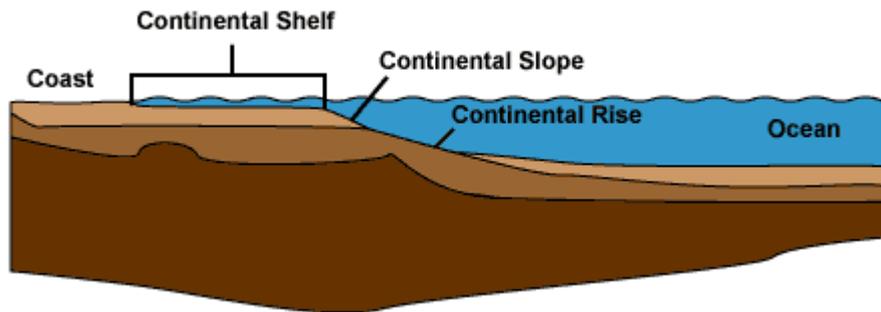
Another way to describe ocean zones is by the amount of light they receive. The topmost layer is called the **euphotic zone** and is defined by how deeply photosynthetic life can be found. Below this is the **dysphotic zone**, where light can be measured, sometimes as deeply as a kilometer down, but is too faint to support photosynthesis. From the lower boundary of this zone and extending all the way to the bottom is the **aphotic zone**, where no light ever passes, and animals have evolved to take advantage of other sources of food. One such environment is [hydrothermal vent](#) communities.



Surrounding nearly all continents is a shallow extension of that landmass known as the **continental shelf**. This shelf is relatively shallow, tens of meters deep compared to the thousands of meters deep in the open ocean, and extends outward to the continental slope where the deep ocean truly begins.

Sediment from the erosion of land surfaces, washed into the sea by rivers and waves, nourishes microscopic plants and animals. Larger animals then feed upon them. These larger animals include the great schools of fish, such as tuna, menhaden, cod and mackerel, which we catch for food.

The continental shelf regions also contain the highest amount of **benthic life** (plants and animals that live on the ocean floor).



The **continental slope** connects the continental shelf and the oceanic crust. It begins at the **continental shelf break**, or where the bottom sharply drops off into a steep slope. It usually begins at 430 feet (130 meters) depth and can be up to 20 km wide. The

continental slope, which is still considered part of the continent, together with the continental shelf is called the **continental margin**.

Submarine canyons cut through many of the continental margins. Some of these have been carved by **turbidity currents**, which are bottom currents that carry lots of sediment.

Past the continental slope, we find the **continental rise**. As currents flow along the continental shelf and down the continental slope, they pick up and carry sediments along and deposit them just below the continental slope. These sediments accumulate (gather) to form the large, gentle slope of the continental rise.

APÉNDICE III: TEXTOS DEL CORPUS

Archivo	Fuente/URL	Nivel de especialización	Palabra clave
AirPressure_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,219448-00.html	div	Air pressure; wind
Atmosphere_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,219323-00.html	div	atmosphere composition; atmosphere structure
BeachManagement_D	http://www.soest.hawaii.edu/SEAGRANT/bmpm/coastal_ecosystems.html	div	coastal ecosystems; coastal erosion; beach loss; beach management
bnourish_D	http://en.wikipedia.org/wiki/Beach_nourishment	div	beach nourishment
cflood_D	http://www.seagrant.wisc.edu/CoastalHazards/Default.aspx?tabid=437	div	coastal flooding
Clouds_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,219389-00.html	div	moisture; clouds; precipitation
coast_D	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter12/part1.html#Wave%20Erosion%20Coasts	div	shore; marginal seas; coastal waters
coast2_D	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter12/part2.html#Changes%20in%20Sealevel	div	shore; marginal seas; coastal waters
coast3_D	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter12/part3.html#Coastal%20Geostrophic%20Current	div	shore; marginal seas; coastal waters
CoastalHabitats_D	http://www.seafriends.org.nz/enviro/habitat/intro.htm#habitat	div	marine habitats
CoastalManagement_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Coastal_management&printable=yes#Historical_background	div	coastal management
coastals_D	http://www.unesco.org/csi/pub/source/ero18.htm	div	coastal structures
coastals2_D	http://www.tulane.edu/~geol113/COASTAL-PROCESSES-1a.htm	div	shoreline and coastal processes
coastline_D	http://www.environment.sa.gov.au/coasts/pdfs/no26.pdf	div	coastline; coastal erosion; flooding; sea level rise
coastline2_D	http://www.denr.sa.gov.au/coasts/pdfs/our_seas_chpt2_1.pdf	div	marine environments
cprocess_D	http://www.gpc.edu/~pgore/geology/geo101/coastal.htm	div	shoreline and coastal processes
current10_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current11_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current12_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents

current13_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current14_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current15_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current16_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current17_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current18_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current19_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current2_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current20_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current3_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current4_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current5_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current6_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current7_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current8_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current9_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
current_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/currents/welcome.html	div	currents
Deforestation_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Deforestation&printable=yes#Impact_on_the_environment	div	deforestation
desertification_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Desertification&printable=yes#Causes	div	desertification
dredging_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Dredging&printable=yes#Relevance	div	dredging
dune_D	http://www.seafriends.org.nz/ocean/beach.htm	div	beach and dunes
DynamicOcean_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,219266-,00.html	div	dynamic ocean
Earth_D	http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/earth_materials_structure/earth_interior.html	div	Earth's interior
Earthquakes_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,218846-,00.html	div	earthquakes; Earth's interior

EncyclopediaE arth_D	http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/earth_materials_structure/earth_interior.html	div	marine environments; marine biodiversity
energy_D	http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=A1ARTA0008003	div	tidal energy
erosion_D	http://www.jefpat.org/Living%20Shorelines/lsmainpage.htm	div	erosion
erosion2_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Erosion&printable=yes#Causes	div	erosion
estuaries_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries10_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries11_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries12_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries13_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries14_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries15_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries16_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries17_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries18_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries19_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries2_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries20_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries21_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries22_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries23_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries24_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries3_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries4_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries5_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries6_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries7_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary

	on/kits/estuaries/welcome.html		
estuaries8_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
estuaries9_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/estuaries/welcome.html	div	estuary
Fishery_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fishery&printable=yes#Fisheries_historically	div	fishery
Fishery2_D	http://www.starfish.govt.nz/science/facts/fact-ocean-life.htm	div	marine environments; marine biodiversity
flood_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Flood&printable=yes#Causes	div	flood
Glaciers_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,218794-,00.html	div	glacier; desert; wind
GlobalWarming_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Effects_of_global_warming&printable=yes#Overview	div	global warming; effects
groundwater_D	http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/FS/e_FSA5.htm#protection	div	ground water
gwater_D	http://www.ncwater.org/Education_and_Technical_Assistance/Ground_Water/What/	div	ground water
hydro_D	http://meted.ucar.edu/hydro/basic/HydrologicCycle/	div	hydrologic cycle
hydro2_D	http://meted.ucar.edu/hydro/basic/HydrologicCycle/	div	water distribution
hydro3_D	http://meted.ucar.edu/hydro/basic/HydrologicCycle/	div	atmospheric water
hydro4_D	http://meted.ucar.edu/hydro/basic/HydrologicCycle/	div	surface water
hydro5_D	http://meted.ucar.edu/hydro/basic/HydrologicCycle/	div	ground water
hydro6_D	http://meted.ucar.edu/hydro/basic/HydrologicCycle/	div	snowpack, snowmelt
Hydroelectric_D	http://home.clara.net/darvill/altenerg/hydro.htm#intro	div	hydroelectric power
Hydroelectricity_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Hydroelectricity&printable=yes#Electricity_generation	div	hydroelectricity
HydrologicCycle_D	http://pubs.usgs.gov/circ/circ1139/htdocs/natural_processes_of_ground.htm	div	Ground Water; Surface Water; interactions
Hydropower_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Hydropower&printable=yes#Types_of_water_power	div	hydropower; types of water power
LimnicEruption_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Limnic_eruption&printable=yes#Historical_occurrences	div	natural disasters; limnic eruption
Minerals_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,218582-,00.html	div	minerals
MountainBuildi	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck	div	mountain building

ng_D	_escience_10/0,6440,219016-00.html		
NaturalDisasters_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Natural_disaster&printable=yes#Natural_hazards	div	natural disasters
Ocean in Motion_D	http://www.onr.navy.mil/Focus/ocean/motion/currents1.htm	div	ocean habitats; ocean life; ocean water
ocean_D	http://www.seafriends.org.nz/oceano/oceans.htm#intro	div	ocean
OceanClimate_D	http://oceanworld.tamu.edu/resources/oceanography-book/oceansandclimate.htm	div	ocean; climate
OceanEnergy_D	http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter14.html	div	ocean energy
OceanFloor_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,219154-00.html	div	ocean floor
Oceans_D	http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/coastal_systems/the_oceans.html	div	oceans; ocean floor; waves
Oceans2_D	http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/tectonics_landforms/tectonics_introduction.html	div	plate tectonics; continental drift
OceanWater_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,219209-00.html	div	ocean water; ocean life
PhysicalOceanography_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Physical_oceanography&printable=yes#The_physical_setting	div	physical oceanography
pressure_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	pressure
reef_D	http://www.unesco.org/csi/pub/source/ero10.htm	div	conserving coral reefs
rip1_D	http://www.ripcurrents.noaa.gov/overview.shtml	div	rip current
rip2_D	http://www.ripcurrents.noaa.gov/science.shtml	div	rip current
rip3_D	http://www.loving-long-island.com/rip-currents.html	div	rip current
Rocks_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,218636-00.html	div	rocks; materials of solid Earth
RunningWater_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,218736-00.html	div	running water; groundwater
runoff_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Surface_runoff&printable=yes#Generation	div	surface runoff
Sea level rise_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Sea_level_rise&printable=yes#Overview_of_sea_level_rise	div	sea level rise
seiche_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	seiche
seiche2_D	http://www.seagrant.wisc.edu/Coasta	div	seiches and storm

	IHazards/Default.aspx?tabid=426		surges
SewageTreat ment_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Sewage_treatment&printable=yes#Description	div	sewage treatment
Tectonics_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,218904-,00.html	div	plate tectonics
Tidal power_D	http://www.hie.co.uk/argyll/tidal_power.html	div	tidal power
Tidal power2_D	http://home.clara.net/darvill/altenerg/tidal.htm#intro	div	tidal power
Tidal power3_D	http://www.aie.org.au/national/factsheet/FS10_TIDAL%20ENERGY.pdf	div	tidal energy
Tidal power4_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tidal_power&printable=yes#Headline_text	div	tidal power
tides_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	tide
tides10_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides11_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides12_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides13_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides14_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides15_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides16_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides17_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides18_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides19_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tide&printable=yes#Introduction_and_tidal_terminology	div	tides
tides2_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	tide
tides3_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	tide
tides4_D	http://www.seftoncoast.org.uk/shore_tides.html	div	tides
tides5_D	http://oceanlink.island.net/oinfo/tides/tides.html	div	tides
tides6_D	http://www.meted.ucar.edu/oceans/tides_intro/	div	ocean tides
tides7_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides8_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels
tides9_D	http://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/welcome.html	div	tides; water levels

	on/kits/tides/welcome.html		
tinlet_D	http://www.unesco.org/csi/pub/source/ero22.htm	div	tidal inlet
tsunami_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	tsunami
tsunami2_D	http://walrus.wr.usgs.gov/tsunami/basics.html	div	tsunami
tsunami3_D	http://en.wikipedia.org/wiki/Tsunami	div	tsunami
Volcanoes_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,218961-,00.html	div	volcano; igneous activity
water_D	http://www.epa.nsw.gov.au/soe/soe2000/bw/bw_1.htm#bw_1_h001	div	water
water2_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Water&printable=yes#Chemical_and_physical_properties	div	water
watercycle_D	http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclesummary.html	div	water cycle
watercycle2_D	http://earthobservatory.nasa.gov/Library/Water/printall.php	div	water cycle
WaterManagement_D	http://www.epa.nsw.gov.au/soe/soe2000/bw/bw_1.htm#bw_1_h001	div	surface water management
WaterPollution_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Water_pollution&printable=yes#Sources_of_water_pollution	div	water pollution
WaterResources_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Water_resources&printable=yes#Water_and_conflict	div	water resources
watershed_D	http://www.gtbay.org/downloads/faqsheets/Watershed_Basics.pdf	div	watershed
WaterWheel_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Water_wheel&printable=yes#History_of_Water_Wheel_Technology	div	water wheel
wave_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave anatomy
wave10_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	transition zone
wave11_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	group velocity
wave12_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	group velocity
wave13_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	group velocity
wave14_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	trait relationships
wave15_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	statistical traits
wave16_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave spectrum
wave17_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave spectrum
wave18_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave spectrum
wave19_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave spectrum

	wv_type_char/index.htm		
wave2_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave steepness
wave20_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	height classification
wave21_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	water motion
wave22_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	water motion
wave23_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	water motion
wave24_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	water motion
wave25_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	swell traits
wave26_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave steepness, wave age
wave27_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave travel
wave28_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave dispersion
wave29_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod2_wlc_gen/	div	wave generation
wave3_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave steepness
wave30_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod3_wlc_propdis/index.htm	div	wave propagation, wave dispersion
wave31_D	http://earthguide.ucsd.edu/coastalchange/st3_basics/waves.html	div	wave
wave32_D	http://www.seftoncoast.org.uk/shore_waves.html	div	waves
wave33_D	http://en.wikipedia.org/wiki/Ocean_surface_wave	div	ocean wave
wave34_D	http://www.whoi.edu/oceanus/viewArticle.do?id=2470	div	wave
wave4_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave steepness
wave5_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave period
wave6_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	mathematical characteristics of waves
wave7_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wave speed
wave8_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	deep water
wave9_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	shallow water
WavePower_D	http://home.clara.net/darvill/altenerg/wave.htm#intro	div	wave power
WavePower2_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Wave_power&printable=yes#Physical_concepts	div	wave power
Weather_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck	div	weather patterns

	_escience_10/0,6440,219500-00.html		
Weathering_D	http://wps.prenhall.com/esm_tarbuck_escience_10/0,6440,218691-00.html	div	weathering; soil: mass wasting
wind_D	http://meted.ucar.edu/marine/mod1_wv_type_char/index.htm	div	wind
wpurification_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Water_purification&printable=yes#Sources_of_drinking_water	div	water purification
Xbloc_D	http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Xbloc&printable=yes#Use	div	Xbloc
adler2007_E	Ocean & Coastal Management 50 (2007) 24–34	esp	oil spills
CEM_Part-VI_Chap-2_E	http://chl.erdc.usace.army.mil/chl.aspx?p=m&a=MEDIA;204	esp	coastal structures; types and functions
christensen2005_E	http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VCX-4J0WTMY-1-27&_cdi=5966&_user=654849&_orig=search&_coverDate=01%2F10%2F2006&_sk=999999999&view=c&wchp=dGLzVlz-zSkzS&md5=04a2cc77cfaf6db5dbfafcb2c06bcc63&ie=/sdarticle.pdf	esp	spilling and plunging breakers
day2004_E	Ocean & Coastal Management 47 (2004) 671–691	esp	wetlands; wastewater assimilation
douven2003_E	Ocean & Coastal Management 46 (2003) 615–634	esp	coastal zone management; seagrass ecosystem
folley2007_E	Ocean Engineering 34 (2007) 1265–1274	esp	water depth; surging wave energy converter
geeraerts2007_E	Journal of Cleaner Production 15 (2007) 1514e1521	esp	wave overtopping; coastal structures
gibbs2005_E	Applied Ocean Research 27 (2005) 142–157	esp	directional spread; freak waves
gnanadesikan2007_E	Ocean Sci., 3, 43–53, 2007	esp	ocean ventilation; global warming
grunnet2005_E	http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VCX-4G992P9-1-M&_cdi=5966&_user=654849&_orig=browse&_coverDate=07%2F31%2F2005&_sk=999479992&view=c&wchp=dGLzVlz-zSkzS&md5=3a70d4d0441dcf9a89a240ba0b44368c&ie=/sdarticle.pdf	esp	tide, nourished sediment redistribution
higgins2007_E	Estuarine, Coastal and Shelf Science 73 (2007) 165e174	esp	sedimentation; historical bathymetry
ioualalen2006_E	JOURNAL OF WATERWAY, PORT, COASTAL, AND OCEAN ENGINEERING © ASCE /	esp	sea walls; resonance; wave forces

	MAY/JUNE 2006 / 157		
jaffe2007_E	Estuarine, Coastal and Shelf Science 73 (2007) 175e187	esp	sedimentation; bathymetry; tidal flats
jong2004_E	http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VCX-4CNJB45-1-S&_cdi=5966&_user=654849&_orig=browse&_coverDate=08%2F31%2F2004&_sk=999489994&view=c&wchp=dGLbVlz-zSkWW&md5=683eabf93c0b6a757e74d5719fe1fb4&ie=/sdarticle.pdf	esp	seiche characteristics
kang2006_E	Estuarine, Coastal and Shelf Science 66 (2006) 395e408	esp	wave energy propagation; wave breaking; ebb shoaling
kato2006_E	J Mar Sci Technol (2006) 11:131–138	esp	dispersion; oil; cavitation
kuo2005_E	Coastal Management, 33:101–117, 2005	esp	eutrophication; small coastal basins; tidal prism
kuroda2006_E	Journal of Oceanography, Vol. 62, pp. 731 to 744, 2006	esp	coastal current
lamberti2005_E	Coastal Engineering 52 (2005) 841 - 866	esp	low-crested structures; coastal management
leeuwen2007_E	Coastal Engineering 54 (2007) 417–431	esp	shoreface nourishment
liu2007_E	Ocean Engineering 34 (2007) 1472–1480	esp	ocean waves; growth
mapes2006_E	Dynamics of Atmospheres and Oceans	esp	atmospheric convection; tropical meteorology
melloul2006_E	Ocean & Coastal Management 49 (2006) 281–297	esp	coastal aquifers; sea level rise
morey2006_E	Ocean Dynamics (2006) 56: 594–606	esp	air-sea interaction; ocean modelling
mory1997_E	http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VCX-3SWJNMK-5-1&_cdi=5966&_user=654849&_orig=browse&_coverDate=07%2F31%2F1997&_sk=999689998&view=c&wchp=dGLbVtb-zSkzk&md5=d94893f9d542a73b777a681c2a3e5ec5&ie=/sdarticle.pdf	esp	wave height and setup
NearshoreProcesses_E	http://www.skiio.peachnet.edu/research/coop/materials/Nearshore2000.pdf	esp	nearshore processes
ozolcer2006_E	http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6V4F-4GVGRJM-2-22&_cdi=5757&_user=654849&_orig=search&_coverDate=03%2F31%2F	esp	t-shape groin

	2006&_sk=999669996&view=c&wchp=dGLbVlb-zSkWA&md5=23251ee39c53419cd1cf7eafa6240de5&ie=/sdarticle.pdf		
prandle2000_E	http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VCX-410MGCN-C-1M&_cdi=5966&_user=654849&_orig=browse&_coverDate=09%2F30%2F2000&_sk=999589998&view=c&wchp=dGLbVtb-zSkWW&md5=ee023af6ccc9d1027c37dd6e3352fb26&ie=/sdarticle.pdf	esp	tide, wave, suspended sediment
Ranasinghe2006_E	Coastal Engineering 53 (2006) 65 – 79	esp	shoreline response; submerged structures
ruggiero2001_E	http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6VCX-43MJRVW-2-24&_cdi=5966&_user=654849&_orig=browse&_coverDate=08%2F31%2F2001&_sk=999569996&view=c&wchp=dGLbVlz-zSkWW&md5=106cf2d7d077c1ff56859d50c8835d70&ie=/sdarticle.pdf	esp	wave setup prediction
salisbury2007_E	Coastal Engineering 54 (2007) 377–391	esp	tidal inlets; storm surge hydrographs;
scott2005_E	Applied Ocean Research 27 (2005) 23–38	esp	steep wave; breaking wave; wave group
seymour2005_E	Coastal Engineering 52 (2005) 151–158	esp	beach fill; erosion; waves
straub2006_E	Dynamics of Atmospheres and Oceans 42 (2006) 216–238	esp	tropical meteorology; monsoon; Kelvin waves
sumer2007_E	JOURNAL OF WATERWAY, PORT, COASTAL, AND OCEAN ENGINEERING JANUARY/FEBRUARY 2007 14-27	esp	scour; piles; silts
valdemoro2006_E	Coastal Management, 34:405–423, 2006	esp	beach management; beach recreation; beach erosion
whipple2006_E	Ocean Dynamics (2006) 56: 169–185	esp	lagoonal estuary; Reynolds stress; wave separation
atmos_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	solar radiation
atmos10_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	evapotranspiration
atmos11_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	interception
atmos2_S	http://www.physicalgeography.net/fu	semi	global circulation

	ndamentals/contents.html		atmosphere
atmos3_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	atmospheric humidity
atmos4_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	condensation, freezing
atmos5_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	cloud formation
atmos6_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	precipitation, fog
atmos7_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	global distribution of precipitation
atmos8_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	acid precipitation
atmos9_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	evaporation, transpiration
Atmosphere_S	http://www.epa.nsw.gov.au/soe/soe2000/ca/ca_3.2.htm	semi	ozone depletion
Atmosphere2_S	http://www.epa.nsw.gov.au/soe/soe2000/ca/ca_3.3.htm	semi	greenhouse effect
Atmosphere3_S	http://www.epa.nsw.gov.au/soe/soe2000/ca/ca_3.4.htm	semi	air quality
Atmosphere4_S	http://www.epa.nsw.gov.au/soe/soe2000/ca/ca_3.5.htm	semi	air toxics
beach_S	http://www.unesco.org/csi/pub/source/ero9.htm	semi	beach erosion and formation
Biodiversity_S	http://www.epa.nsw.gov.au/soe/soe2000/cb/cb_6.3.htm	semi	biodiversity
Biodiversity2_S	http://pdf.wri.org/page_coast_008_biodiversity.pdf	semi	biodiversity; coastal ecosystems
cjets_S	http://meted.ucar.edu/mesoprim/coastaltjets/	semi	coastal jets
clandform_S	http://people.hofstra.edu/faculty/J_B_Bennington/33notes/coastal_landforms.html	semi	coastal landforms
Climate_S	http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change	semi	climate change; factors; evidence
coastal_processes_D	http://www.eastriding.gov.uk/aspirelinks/coastal/2coastalprocesses.pdf	semi	coastal processes
coastal_S	http://geoinfo.amu.edu.pl/wpk/geos/GEO_6/GEO_CHAPTER_6.HTML	semi	coastal landforms
coastalhabitats_S	http://archive.orr.noaa.gov/oilands/monterey/monterey.html	semi	coastal habitats; biological resources; oil spill
CoastalHabitats2_S	http://www.unesco.org/csi/pub/sources/rs11.htm	semi	coastal habitats; classification
CoastalLandforms_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/t7/t7-3.htm	semi	coastal landforms
CoastalSediment_S	http://www.cws.net.cn/zt/04nisha/baogao/leo.pdf	semi	estuarine sedimentation; coastal sedimentation
CoastalWetlands_S	http://www.maine.gov/dep/blwq/vol1p12.pdf	semi	coastal wetlands

CoastalWetlands2_S	http://www.maine.gov/dep/blwq/vol1p1.pdf	semi	coastal wetlands
coastline_S	http://www.environment.sa.gov.au/coasts/pdfs/no32.pdf	semi	sand movements
current_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	ocean currents
current2_S	http://www.seafriends.org.nz/oceano/currents.htm	semi	currents
current3_S	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter09/part2.html	semi	geostrophic currents
deltaic_S	http://geoinfo.amu.edu.pl/wpk/geos/GEO_5/GEO_CHAPTER_5.HTML	semi	deltaic landforms
DuneSystem_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/h2/h2-6.pdf	semi	dune system
eolian_S	http://geoinfo.amu.edu.pl/wpk/geos/GEO_8/GEO_CHAPTER_8.HTML	semi	eolian landforms
Estuaries_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/t6/t6-4.pdf	semi	estuaries; physical features
Fisheries_S	http://pdf.wri.org/page_coast_009_food.pdf	semi	marine fisheries; food production
Floods_S	http://science.howstuffworks.com/flood.htm	semi	floods
fluvial_S	http://disc.gsfc.nasa.gov/geomorphology/GEO_4/GEO_CHAPTER_4.shtml	semi	fluvial landforms
FreshwaterEnvironments_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/t8/t8-2.htm	semi	freshwater environments; surface water; groundwater
FreshwaterHydrology_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/t8/t8-1.pdf	semi	freshwater hydrology; groundwater processes
geo_process_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	coastal and marine processes
geo_process2_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	glacial processes
geo_process3_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	eolian processes
geo_process4_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	fluvial processes
geo_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	Earth composition
geo2_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	plate tectonics
geo3_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	landform development
GeothermalEnergy_S	http://www.worldenergy.org/wecgeis/publications/reports/ser/geo/geo.asp	semi	geothermal energy
glacial_S	http://www.geography.otago.ac.nz/Mirrors/GEOMORPH_FROM_SPACE/GEO_9/GEO_CHAPTER_9.HTML	semi	glacial landforms
GlobalWarming_S	http://science.howstuffworks.com/global-warming.htm	semi	global warming; effects

highseas_S	http://www.unesco.org/csi/pub/source/ero7.htm	semi	high seas
Hydropower_S	http://www.worldenergy.org/wecgeis/publications/reports/ser/hydro/hydro.asp	semi	energy sources; hydropower
karst_S	http://geoinfo.amu.edu.pl/wpk/geos/GEO_7/GEO_CHAPTER_7.HTML	semi	karstic landforms; lakes
land_S	http://www.environment.nsw.gov.au/soe/soe2000/cl/cl_4.3.htm	semi	soil; erosion
land2_S	http://www.environment.nsw.gov.au/soe/soe2000/cl/cl_4.4.htm	semi	soil; salinity; sodicity
land3_S	http://www.environment.nsw.gov.au/soe/soe2000/cl/cl_4.5.htm	semi	soil; acidity
Marine Current Energy_S	http://www.worldenergy.org/wecgeis/publications/reports/ser/marine/marine.asp	semi	marine current energy; technology
Ocean Thermal Energy Conversion_S	http://www.worldenergy.org/wecgeis/publications/reports/ser/ocean/ocean.asp	semi	ocean thermal energy; conversion
ocean_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	ocean
ocean2_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	physiology of ocean basins
oceancirc_S	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter09/part3.html	semi	ocean circulation
OceanCurrents_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/t6/t6-1.htm	semi	ocean currents
Offshore_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/t3/t3-5.pdf	semi	offshore bottom; characteristics
OilSpills_S	http://www.itopf.com/tip2.pdf	semi	oil spills
OilSpills2_S	http://www.itopf.com/tip1.pdf	semi	oil spills; aerial observation
OilSpills3_S	http://www.itopf.com/tip3.pdf	semi	oil spills; effects on fisheries
OilSpills4_S	http://www.itopf.com/tip4.pdf	semi	oil spills; chemical dispersants
OilSpills5_S	http://www.itopf.com/fate.html	semi	oil spills
OilSpills6_S	http://www.itopf.com/alternat.html	semi	oil spills; alternative techniques
owave1_S	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter10/part1.html	semi	ocean wave
owave2_S	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter10/part2.html	semi	ocean wave generation
owave3_S	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter10/part3.html	semi	wave breaking
owave4_S	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter10/part4.html	semi	wave direction
owave5_S	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter10/part5.html	semi	standing wave
owave6_S	http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/waves/watwav2.html	semi	ocean waves

owave7_S	http://www.seafriends.org.nz/ocean/waves.htm	semi	ocean waves
OzonePollution_S	http://science.howstuffworks.com/ozone-pollution.htm	semi	ozone pollution
RipCurrents_S	http://science.howstuffworks.com/rip-current.htm	semi	rip current
rock_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	rock cycle
rock2_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	composition of rocks
RockyShore_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/h2/h2-1.pdf	semi	rocky shores
runoff_S	http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/Runoff/print_version/01-overview.htm	semi	runoff
runoff2_S	http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/Runoff/print_version/02-pathstorunoff.htm	semi	runoff; paths to runoff
runoff3_S	http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/Runoff/print_version/03-basinproperties.htm	semi	runoff; basin properties
runoff4_S	http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/Runoff/print_version/04-soilproperties.htm	semi	runoff; soil properties
runoff5_S	http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/Runoff/print_version/05-runoffmodeling.htm	semi	runoff; modelling concepts
runoff6_S	http://www.meted.ucar.edu/hydro/basic/Runoff/print_version/06-NWSRFS.htm	semi	runoff; river forecast
sea_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	physical and chemical characteristics of seawater
temp_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	global surface temperature
TidalMarsh_S	http://museum.gov.ns.ca/mnh/nature/nhns/h2/h2-5.htm	semi	tidal marsh
tide_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	ocean tides
tsunami_S	http://science.howstuffworks.com/tsunami.htm	semi	tsunami
volcanic_S	http://daac.gsfc.nasa.gov/geomorphology/GEO_3/GEO_CHAPTER_3.shtml	semi	volcanic landforms
water_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	physical properties of water
water2_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	hydrologic cycle
water3_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	water storage
water4_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	groundwater storage
water5_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	water runoff

WaterQuality_S	http://pdf.wri.org/page_coast_007_water.pdf	semi	water quality
wave_S	http://en.wikipedia.org/wiki/Ocean_surface_wave	semi	ocean surface wave
WaveEnergy_S	http://www.worldenergy.org/wecgeis/publications/reports/ser/wave/wave.asp	semi	wave energy
weather_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	tropical weather; hurricanes
weather2_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	climate classification
weather3_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	climate change
wind_creation_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	wind
wind2_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	local/regional wind systems
wind3_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	upper winds, jet streams
wind4_S	http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html	semi	thunderstorms, tornadoes
wind5_S	http://meted.ucar.edu/mesoprim/ctwr/	semi	coastally trapped wind reversals
wind6_S	http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter09/part1.html	semi	wind; horizontal circulation