

Universitat de Lleida
Departament de Pedagogia i Psicologia

TESIS DOCTORAL

presentada por

F. Xavier Carrera Farran

dirigida por

Dr. Estanislau Pastor Mallol

**USO DE DIAGRAMAS DE FLUJO Y SUS EFECTOS
EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE
CONTENIDOS PROCEDIMENTALES.
ÁREA DE TECNOLOGÍA (ESO)**

Lleida
Diciembre de 2002



15 GEN. 2003

121

3:

“El conocimiento que primero viene a las personas y que permanece más profundamente arraigado es el conocimiento de cómo hacer”

John Dewey

Esta investigación ha sido posible gracias al apoyo y colaboración de personas a las que quiero, a través de estas líneas, manifestar mi más sincero agradecimiento.

Al Dr. Estanislau Pastor por su exquisito trabajo. Su dirección en base a la disposición, dedicación, entrega, compromiso, rigor científico, exigencia, estímulo y ánimo es artífice incuestionable de esta obra. Gracias también por la amistad.

A la Dra. Amparo Miñambres, tutora de este doctorando, por su supervisión basada en la comprensión y en el aliento. Gracias por haber estado siempre presente en los momentos precisos.

A los alumnos de los cuatro grupos de primero de ESO en el curso 2000-2001 de los centros IES M^a Rúbies de Lleida e IES Josep Vallverdú de les Borges Blanques. Sin ellos este trabajo no existiría.

A los profesores tutores de estos grupos: el Sr. Amadeu Bonet y el Sr. Xavier Franch. Su disposición, compromiso e implicación -desde una profesionalidad ejemplar- han sido determinantes para llevar a cabo el estudio empírico.

A las contribuciones de investigadores y profesores. A la Dra. M.T. Anguera, al Sr. E.Astigarraga, al Sr. X.Bachs, al Sr. J.L.Boix, al Sr. J.L.Coiduras, a la Dra. A.Estrada, al Sr. L.Fernández, al Dr. R.Gonzalo, al Sr. A.Martín, al Sr. C.Rodríguez, al Dr. R.Rourera y al Dr. J.D. Vargas. Sus comentarios, opiniones y ayudas han enriquecido el trabajo y facilitado su realización.

A los expertos universitarios que participaron como jueces en la validación de las categorías de análisis del profesorado.

A todos los profesores de Tecnología, en especial a los integrantes del Equipo de Tecnología-ESO del ICE de la UdL, que han contribuido como especialistas a materializar la investigación.

A todos aquellos que me han acompañado incondicionalmente estos años. A mi familia y amigos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

MARCO TEÓRICO

EJE CURRICULAR: Procedimientos en Tecnología

CAPÍTULO 1. LA TECNOLOGÍA COMO ÁREA CURRICULAR

1.1 La integración de la tecnología en el currículum: un movimiento mundial en plena expansión	11
1.1.1 La transmisión de los conocimientos tecnológicos a lo largo de la historia	12
1.1.2 Presencia de la tecnología en los sistemas educativos	19
1.2 Orientaciones curriculares en educación tecnológica	24
1.2.1 Perspectivas vigentes.....	24
1.2.2 Tendencia hacia la interdisciplinariedad	29
1.3 La tecnología en el sistema educativo español.....	31
1.3.1 Antecedentes en la Ley General de Educación de 1970	32
1.3.2 La tecnología en la LOGSE	35
1.4 ¿Qué es la educación tecnológica?	38
1.4.1 Significados de tecnología.....	38
1.4.2 Significados actuales en educación.....	42
1.4.3 Significado de educación tecnológica.....	43
1.4.3.1 Qué no es educación tecnológica	48
1.5 La investigación en educación tecnológica	49
1.5.1 Situación actual dentro y fuera de nuestro país	50
1.5.2 Los intentos por definir una agenda de investigación	56
1.6 Síntesis del capítulo.....	59

CAPÍTULO 2. LOS PROCEDIMIENTOS COMO CONTENIDO DEL CURRÍCULUM

2.1 Los contenidos escolares.....	65
2.2 Delimitación conceptual de los contenidos procedimentales.....	70
2.2.1 Procedimiento y términos afines	70
2.2.2 Unificando significados	74
2.2.3 Características diferenciales de los procedimientos como contenidos ..	76
2.3 Clasificación de los procedimientos	81
2.4 Síntesis del capítulo.....	86

CAPÍTULO 3. CONTENIDOS PROCEDIMENTALES EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍA

3.1 Currículum en educación tecnológica	91
3.2 Procedimientos en Tecnología.....	94
3.2.1 Los contenidos procedimentales de la ESO.....	96
3.3 Estructura organizativa de los contenidos procedimentales	100
3.3.1 Necesidad de una estructura de contenidos procedimentales.....	100
3.3.2 Estructura de relaciones macro y microprocedimentales	102
3.3.3 Clasificación de los procedimientos en Tecnología.....	106
3.4 Procedimientos específicos en la investigación	108
3.4.1 Uso del pie de rey.....	109
3.4.2 Análisis de objetos tecnológicos	114
3.4.2.1 Diversidad de enfoques del análisis de objetos como método didáctico.....	115
3.4.2.2 El análisis de objetos como contenido	123
3.5 Síntesis del capítulo.....	130

EJE PSICOLÓGICO: El aprendizaje de procedimientos**CAPÍTULO 4. EL CONOCIMIENTO PROCEDIMENTAL Y SU REPRESENTACIÓN**

4.1 Naturaleza del conocimiento humano	135
4.1.1 Especificidad del conocimiento procedimental frente al conocimiento declarativo	136
4.1.2 Otros tipos de conocimiento	140
4.1.3 El conocimiento tecnológico	145

4.2 La representación del conocimiento.....	150
4.2.1 Delimitación conceptual: ¿qué es una representación mental?	151
4.2.2 Categorías descriptivas de los sistemas de representación	154
4.2.3 Sistemas de representación del conocimiento	156
4.2.4 Representación externa del conocimiento	161
4.2.5 Funciones de los sistemas de representación	165
4.3 Las producciones como sistema de representación del conocimiento procedimental.....	167
4.4 Importancia de las representaciones en los aprendizajes tecnológicos y procedimentales	172
4.5 Síntesis del capítulo.....	175

CAPÍTULO 5. TEORÍAS PSICOLÓGICAS SOBRE EL APRENDIZAJE PROCEDIMENTAL

5.1 Aprender procedimientos por observación y repetición.....	179
5.1.1 El aprendizaje mediante modelado.....	182
5.2 El asociacionismo como base del aprendizaje procedimental.....	184
5.2.1 Adquisición del conocimiento procedimental en la ACT de Anderson ..	186
5.2.1.1 Formulación general de la teoría	186
5.2.1.2 Mecanismos implicados en el proceso de aprendizaje	188
5.2.2 El análisis cognitivo de tareas como base del aprendizaje procedimental	191
5.2.2.1 En la teoría algo-heurística de Landa	191
5.2.2.2 En la teoría del aprendizaje estructural de Scandura	194
5.2.2.3 En el análisis de procedimientos de Castañeda.....	196
5.2.2.4 En la teoría de la transacción educativa de Merrill	197
5.2.2.5 En los trabajos de Siegler y de Klahr	200
5.2.3 El aprendizaje de procedimientos en la teoría de la elaboración.....	203
5.2.3.1 El método de la simplificación de las condiciones.....	205
5.3 Enfoques constructivistas en el aprendizaje de los procedimientos	207
5.3.1 El constructivismo de corte piagetiano y neopiagetiano	208
5.3.1.1 Aportaciones de A.Karniloff-Smith	211
5.3.1.2 El desarrollo intelectual según R.Case	215
5.3.2 La significatividad en el aprendizaje procedimental	218
5.3.3 La socioconstrucción derivada de Vygotsky: la teoría de la actividad ..	223
5.3.3.1 Componentes y formulación de la teoría.....	225
5.3.3.2 Etapas en el aprendizaje de la acción.....	231

5.3.3.3 Aplicación al aprendizaje de procedimientos.....	234
5.3.4 El eclecticismo constructivista propiciado por la Reforma Educativa....	237
5.3.4.1 Consideraciones para un marco constructivista integrador en la escuela.....	239
5.4 Síntesis del capítulo.....	243

EJE DIDÁCTICO: La enseñanza de procedimientos

CAPÍTULO 6. MÉTODOS Y ESTRATEGIAS PARA ENSEÑAR PROCEDIMIENTOS EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

6.1 Relaciones entre didáctica y tecnología	251
6.1.1 La didáctica como tecnología.....	252
6.1.2 La didáctica en el enseñanza de la tecnología.....	254
6.2 Modelos y métodos didácticos en educación tecnológica	256
6.2.1 Modelos didácticos	256
6.2.2 Diversidad metodológica en la construcción del conocimiento tecnológico	263
6.3 La enseñanza de los contenidos procedimentales	271
6.3.1 Fases características	271
6.3.2 Componentes esenciales.....	277
6.3.2.1 La secuencia instruccional y didáctica	278
6.3.2.2 El lugar de las representaciones externas	279
6.3.2.3 El análisis de las representaciones internas.....	281
6.3.2.4 La práctica y la ejercitación.....	283
6.3.2.5 La evaluación de los aprendizajes	285
6.3.3 Estrategias didácticas específicas	288
6.3.3.1 Según la tipología curricular.....	289
6.3.3.2 Según el momento de aprendizaje.....	291
6.4 Modelos de profesor para la enseñanza de procedimientos	297
6.4.1 Profesor modelador	301
6.4.2 Profesor constructivista.....	303
6.5 Síntesis del capítulo.....	306

CAPÍTULO 7. DIAGRAMAS DE FLUJO PARA APRENDER PROCEDIMIENTOS

7.1 La transmisión de conocimientos mediante representación gráfica.....	311
7.2 Diagramas de flujo.....	315
7.2.1 ¿Qué son los diagramas de flujo?	315
7.2.2 Semántica del lenguaje de los diagramas de flujo: léxico	318
7.2.3 Sintaxis del lenguaje de los diagramas de flujo: construcción.....	320
7.2.3.1 Estructuras básicas	320
7.2.3.2 Reglas y pautas para su construcción	323
7.2.4 Implantación social de los diagramas de flujo	325
7.3 Otros sistemas de representación gráfica de procedimientos	327
7.3.1 Diagramas de Nassi/Shneiderman	328
7.3.2 Lenguaje Unificado de Modelado.....	329
7.3.3 Aplicación de Grafcet.....	331
7.3.4 Actigramas.....	332
7.3.5 Esquemas de acción	334
7.3.6 Mapas de procedimientos.....	336
7.4 Los diagramas de flujo como herramienta didáctica	338
7.4.1 Uso de diagramas de flujo en educación	338
7.4.2 Una alternativa a las producciones como forma de representación externa del conocimiento procedimental.....	342
7.4.3 Análisis de la potencialidad didáctica de los diagramas de flujo.....	347
7.4.3.1 Funciones didácticas	347
7.4.3.2 Modalidades de uso.....	350
7.4.3.3 Bondades y limitaciones	354
7.5 Síntesis del capítulo.....	356

SÍNTESIS DEL MARCO TEÓRICO

S.1 Un estudio psicodidáctico en educación tecnológica	361
S.2 Sobre la enseñanza y el aprendizaje de los procedimientos en tecnología	363

ESTUDIO EMPÍRICO

PREÁMBULO

P.1 Definición del problema	383
P.2 Objetivos de la investigación	386
P.3 Hipótesis	387
P.4 Variables	393

CAPÍTULO 8. MÉTODO

8.1 Diseño experimental	399
8.2 Estudio piloto	402
8.2.1 Descripción de la prueba	404
8.2.2 Resultados, análisis y comentarios	406
8.2.3 Conclusiones	415
8.3 Procedimiento de selección de los contenidos procedimentales	417
8.4 Sujetos	424
8.4.1 Muestra inicial	425
8.4.2 Muestra final	427
8.5 Procedimiento e instrumentos utilizados antes de la intervención (fases 1, 2 y 3), durante la intervención (fase 4) y postintervención (fases 5 y 6).....	429
8.5.1 Preparación de los profesores participantes. 1ª fase	431
8.5.2 Detección de los conocimientos previos del alumnado en los procedimientos objeto de estudio. 2ª fase	434
8.5.3 Formación práctica del alumnado, grupos experimentales 1 y 3, en diagramas de flujo. 3ª fase	436
8.5.4 Estrategias de intervención aplicadas con los grupos experimentales. 4ª fase	440
8.5.4.1 Estrategia de intervención según modelo constructivista con y sin diagramas de flujo (grupos experimentales 1 y 2).....	442
8.5.4.2 Estrategia de intervención en base a modelado con y sin diagramas de flujo (grupos experimentales 3 y 4).....	446
8.5.5 Evaluación diagnóstica de los conocimientos posteriores del alumnado en los procedimientos objeto de estudio. 5ª fase.....	449
8.5.6 Seguimiento de los logros de aprendizaje. 6ª fase	451

8.6 Procedimiento de análisis	451
8.6.1 Análisis de las intervenciones del profesorado	453
8.6.1.1 Categorización de los modelos de intervención docente.....	454
8.6.1.2 Validación de categorías.....	469
8.6.1.3 Aplicación del sistema de categorías	473
8.6.2 Análisis de las producciones del alumnado.....	475
8.6.2.1 Análisis del conocimiento declarativo en el uso del pie de rey y en el análisis de objetos.....	476
8.6.2.2 Análisis del conocimiento procedimental en el uso del pie de rey	480
8.6.2.3 Análisis del conocimiento procedimental en el "análisis de objetos".....	481
8.6.2.4 Análisis del conocimiento procedimental en la construcción de diagramas de flujo	490
8.6.3 Análisis estadístico de datos.....	491
8.7 Síntesis del capítulo.....	498

CAPÍTULO 9. RESULTADOS

9.1 Niveles de concordancia entre modelos teóricos de profesorado y sus intervenciones en el aula	505
9.2 Variabilidad y significatividad de aprendizajes en el uso del pie de rey	512
9.2.1 Diferencias intergrupos en el conocimiento declarativo.....	513
9.2.2 Evolución intragrupo en el conocimiento declarativo.....	522
9.2.3 Diferencias intergrupos en el conocimiento procedimental	526
9.2.4 Evolución intragrupo en el conocimiento procedimental.....	528
9.3 Variabilidad y significatividad de aprendizajes en el análisis de objetos tecnológicos	529
9.3.1 Diferencias intergrupos en el conocimiento declarativo.....	530
9.3.2 Evolución intragrupo en el conocimiento declarativo.....	543
9.3.3 Diferencias intergrupos en el conocimiento procedimental	547
9.3.4 Evolución intragrupo en el conocimiento procedimental.....	553
9.4 Variabilidad y significatividad de aprendizajes en la construcción de diagramas de flujo	559
9.4.1 Diferencias intergrupos en el conocimiento procedimental	559
9.4.2 Evolución intragrupo en el conocimiento procedimental.....	560
9.5 Síntesis del capítulo.....	561

CAPÍTULO 10. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

10.1 Discusión de los resultados	567
10.1.1 Sobre los aprendizajes en el uso del pie de rey	569
10.1.1.1 En cuanto al conocimiento declarativo	570
10.1.1.2 En cuanto al conocimiento procedimental	580
10.1.2 Sobre los aprendizajes en el análisis de objetos tecnológicos	585
10.1.2.1 En cuanto al conocimiento declarativo	587
10.1.2.2 En cuanto al conocimiento procedimental	600
10.1.3 Sobre los aprendizajes en la construcción de diagramas de flujo	608
10.1.4 Análisis cualitativo de las representaciones sobre el conocimiento declarativo.....	613
10.1.4.1 Definición y aplicación	613
10.1.4.2 Resultados y discusión	616
10.2 Conclusiones sobre la enseñanza y aprendizaje de procedimientos en tecnología.....	627
10.3 Aportaciones para la práctica educativa	635
10.4 Continuidad de la investigación	636
10.5 Síntesis del capítulo.....	641

BIBLIOGRAFÍA	645
---------------------------	------------

ANEXOS	671
---------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS.....	933
-------------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS	937
-------------------------------	------------

ÍNDICE DE ANEXOS.....	941
------------------------------	------------

Introducción



Para John Dewey el cómo hacer es una modalidad de conocimiento fuertemente arraigado en las personas. Para la humanidad los procesos, los procedimientos han sido -desde sus orígenes- un componente determinante de su quehacer tecnológico. Los procedimientos, como contenido escolar en Tecnología, y los conocimientos (declarativo y procedimental) asociados a aquellos ocupan el espacio central, nuclear de esta investigación junto con los diagramas de flujo como sistema de representación del conocimiento.

Nuestro interés en determinar si existen efectos significativos al intervenir, dentro del contexto escolar, en los aprendizajes de los contenidos procedimentales del curriculum es fruto de la confluencia de una serie de hechos que explican el porqué de este trabajo. De entre este conjunto de realidades, vivencias, impulsos e intereses señalamos algunos de los que más han influido en nuestra decisión.

El reconocimiento e impulso que, la década de los noventa, ha supuesto para los procedimientos como contenido escolar. La implantación con la LOGSE de la Tecnología como área curricular específica dentro de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Nuestro quehacer docente en esta área como profesor con alumnos del primer y segundo ciclo de la ESO y como formador del profesorado de Tecnología. Una profunda y sentida preocupación por los procedimientos como una tipología de contenidos esencial en el área de Tecnología. La realización de distintos trabajos sobre los contenidos procedimentales durante los cursos de doctorado; en especial el dirigido por el Dr. Estanislao Pastor sobre la estructura organizativa de los contenidos procedimentales en el área de Tecnología de la ESO. La peligrosa ausencia de investigación científica en Didáctica de la Tecnología en nuestro país.

Ante estas circunstancias no resulta difícil desplegar cuantiosos problemas sugerentes y seductores, a la vez que relevantes, en los que focalizar la atención. De entre las múltiples temáticas e interrogantes posibles el trabajo se ha orientado hacia las formas de hacer de profesores y alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de procedimientos desde una perspectiva psicopedagógica en la que cobran especial protagonismo los diagramas de flujo, ya sea como soporte gráfico en la presentación de la información o bien como sistema de representación del conocimiento declarativo de los procedimientos.

Este posicionamiento inicial nos ha llevado a planteamos un estudio de corte inductivo que nos permita generar conocimiento desde la práctica y para la práctica sobre la base de un macro objetivo de investigación:

Descubrir los logros cognitivos inmediatos y a corto plazo -en alumnos de primer ciclo de la ESO- en el aprendizaje de procedimientos algorítmicos y heurísticos en función del tipo de estrategia instruccional empleada, cuando ésta varía según un modelo de intervención basado en el constructivismo o en el modelado y según se utilicen o no los diagramas de flujo como soporte didáctico.

Para lograrlo el trabajo se desarrolla siguiendo una estructura que distingue entre dos grandes apartados: la construcción de un marco teórico que fundamente y ayude a definir la intervención en las aulas; y el estudio empírico que, con marcado corte ecológico, nos permita poner a prueba determinados constructos hipotéticos y dos modelos de intervención educativa.

El marco teórico está, a su vez, organizado a partir de tres grandes ejes que interactúan en toda situación educativa escolar: el curricular, el psicológico y el didáctico. Son ejes que delimitan, orientan y a la vez sustentan todo el trabajo.

En el eje curricular posicionamos, en tres capítulos, los procedimientos en Tecnología. En el primer capítulo perfilamos las características que definen la Tecnología, la educación tecnológica, como área curricular de nuestro sistema educativo y trazamos cuál es el estado de la cuestión de la investigación que sobre ella se realiza dentro y fuera de nuestro país. En el segundo se delimita, conceptualmente y de forma genérica, el significado y el lugar de los procedimientos como contenidos del currículum. En el tercer capítulo nos adentramos en la presentación de los contenidos procedimentales propios del área de Tecnología en la ESO y nos detenemos en la exposición detallada de los dos procedimientos objeto de estudio: el uso del pie de rey (marcadamente algorítmico) y el análisis de objetos tecnológicos (esencialmente heurístico).

El eje psicológico nos permite presentar, en dos capítulos, los aportes de la ciencia cognitiva con relación al aprendizaje de procedimientos. En el capítulo cuarto nos ocupamos del conocimiento procedimental frente a otras clases de conocimiento, de las representaciones mentales de este tipo de conocimiento y de su externalización, a la vez que analizamos el papel que estas

representaciones tienen en los aprendizajes tecnológicos. El capítulo quinto nos da la oportunidad de presentar distintas teorías psicológicas sobre el aprendizaje procedimental agrupadas a partir de los supuestos constructivistas, asociacionistas y de aprendizaje por modelado; además de permitirnos discernir sobre el eclecticismo constructivista sugerido por la Reforma Educativa de los noventa.

El tercer eje, el didáctico, nos lleva hasta la enseñanza de los procedimientos en dos capítulos que completan el marco teórico. En el capítulo sexto esbozamos modelos y métodos didácticos propios del área y profundizamos en las fases características, los componentes esenciales y las estrategias didácticas específicas para la enseñanza de los contenidos procedimentales. El capítulo se completa describiendo dos modelos de profesor, ni únicos ni excluyentes, que adoptamos en la investigación: el profesor modelador y el profesor constructivista. El séptimo capítulo es una presentación de los diagramas de flujo como sistema gráfico de presentación de información, como sistema de representación del conocimiento procedimental y de su utilidad, con diferentes usos y funciones, como herramienta didáctica.

La segunda parte, el estudio empírico, se inicia con un preámbulo donde definimos el problema de investigación, los objetivos que ésta se plantea, las variables consideradas y el constructo hipotético. Tras él se exponen los tres capítulos que completan todo el trabajo.

Destinamos el capítulo octavo a presentar el método seguido en la investigación. Exponemos al inicio el diseño experimental adoptado y un estudio piloto. Este estudio previo nos permite, antes de continuar con el trabajo, verificar el funcionamiento y la posibilidad de emplear, o no, los diagramas de flujo en el primer ciclo de la ESO. Describimos los procesos seguidos en la selección de los contenidos procedimentales y en las muestras inicial y final. A continuación damos cuenta de los procedimientos e instrumentos utilizados antes, durante y después de la intervención con los grupos experimentales. Y, finalmente, detallamos los procedimientos de análisis de las intervenciones del profesorado, de las producciones del alumnado y del tratamiento estadístico de los datos originados empíricamente.

El capítulo noveno es una exposición de los resultados obtenidos al tratar los datos empíricos. Comprobamos la concordancia existente entre los modelos

teóricos de profesorado y la aplicación real que de ellos hacen los profesores durante la fase empírica. Después tratamos la variabilidad y la significatividad de los aprendizajes de los alumnos en el uso del pie de rey, en el análisis de objetos tecnológicos y -para dos de los cuatro grupos experimentales- en la construcción de diagramas de flujo.

El décimo y último capítulo nos permite discutir los resultados anteriores, llegar a una serie de conclusiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de los procedimientos, sugerir propuestas de transferencia de los aportes originados a la práctica educativa y explorar distintas vías de continuidad de la investigación.

El trabajo finaliza con la relación bibliográfica y documental empleada durante el estudio y una recopilación de anexos que recoge -esencialmente- documentos del marco teórico, los instrumentos diseñados para la intervención y el análisis, los protocolos instruccionales seguidos con los grupos, los resultados obtenidos del análisis de las producciones del alumnado, el tratamiento estadístico de estos datos y distintas muestras de los materiales producidos durante la fase empírica.

Durante la redacción hemos intentado incorporar vínculos, enlaces y conexiones entre los capítulos con el fin de facilitar la lectura y el seguimiento del estudio y dotarle de una estructura interna cohesionada. Estos nexos constantes se dan a tres niveles: como referencias entre apartados y subapartados de los capítulos para completar o consultar una información determinada; mediante las relaciones de contenido que nos permiten enlazar ideas, constructos, evidencias científicas, supuestos, resultados que aparecen diseminados por todo el trabajo; y por el tratamiento anticipado de alguna cuestión que -*sensu stricto*- debería presentarse en lugar distinto al que se hace originalmente. Esperamos que este tratamiento no resulte un lastre en la presentación. Nuestra intención ha sido encontrar -mediante la articulación de los elementos que integran el estudio- la unidad y la globalidad que dotan de sentido a cualquier investigación y caracteriza todo trabajo científico.

Marco Teórico

CAPÍTULO 1



EJE CURRICULAR



La Tecnología como
área curricular

La tecnología, presente en toda la historia de la humanidad, esta siendo implantada como área curricular específica en los niveles básicos y medios de los sistemas educativos de la mayoría de países. Tras ver cómo se produce esta integración a lo largo de la historia y constatar la presencia que tiene en todo el mundo, mostramos la multiplicidad de orientaciones curriculares que, en la práctica, está adoptando. Posteriormente profundizamos en el estudio de cuál ha sido, y es, la presencia de la tecnología en nuestro país. Una clarificación de los significados de tecnología, dentro y fuera del sistema educativo, y de educación tecnológica (como expresión más habitual frente al de tecnología) es previa al análisis de la situación en que se encuentra la investigación de esta disciplina, especialmente en los contextos europeo y americano.

1.1 LA INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN EL CURRÍCULUM: UN MOVIMIENTO MUNDIAL EN PLENA EXPANSIÓN

A diferencia de lo que ocurre con otras áreas curriculares presentes en las enseñanzas primaria y secundaria (obligatoria y postobligatoria), la tecnología ha de considerarse como una materia novedosa que viene implementándose en los sistemas educativos nacionales desde no hace más de 30 años. El desconocimiento existente –dentro y fuera de los centros de enseñanza- sobre la disciplina, la nula experiencia vivida en los años escolares por toda la población adulta y la mayoría de jóvenes, así como el interés que suscita en una sociedad caracterizada por el elevado nivel de desarrollo tecnológico alcanzado nos lleva a iniciar este marco teórico ofreciendo una *visión panorámica de cuál es su situación desde una triple vertiente: temporal, espacial y curricular.*

Desde la vertiente temporal presentamos, en un breve recorrido histórico, como ha ido evolucionando la transmisión de los conocimientos técnicos hasta llegar a finales del siglo XX con su implantación en la mayoría de sistemas educativos. Desde la espacial vamos a exponer, en un somero recorrido geográfico, el nivel de presencia de la

educación tecnológica en Europa y otros países. Y desde la curricular ofreceremos una visión de los distintos enfoques que adopta la disciplina en las aulas.

1.1.1 La transmisión de los conocimientos tecnológicos a lo largo de la historia

La diferente valoración que a lo largo de la historia ha dado la cultura occidental a la técnica y al trabajo, junto con la diversidad de intereses de los poderes dominantes han alejado, tradicionalmente, la formación técnica de las instituciones educativas. A pesar de ello resulta innegable que el acervo cultural técnico y tecnológico ha ido transmitiéndose de generación en generación desde hace siglos.

La tradicional falta de implicación, hasta fechas recientes, de la escuela y de la universidad en las enseñanzas técnicas no ha impedido la difusión ni el incremento de los conocimientos técnicos y tecnológicos. En su lugar se ha recurrido a lo largo de la historia a estructuras familiares, gremiales o productivas para conservar, transferir y ampliar los conocimientos técnicos que nos han llevado, en la actualidad, a caracterizarnos como una sociedad preeminentemente tecnológica¹.

Si bien la educación tecnológica sería el último paso dado en el acercamiento de la cultura tecnológica a la población, sus antecedentes los encontramos en todas las formas de enseñanza técnica habidas desde las sociedades primitivas. Autores como López Martínez (1986), Acero y Aparicio (1988), Deforge (1993) y Manzano (1997) recogen distintos episodios de la evolución que ha seguido la enseñanza técnica a lo largo de la historia. Una síntesis de los trabajos de estos autores, apoyado con otras referencias bibliográficas, permite percibir cuál ha sido la realidad histórica de esta enseñanza que forma parte del marco referencial de la educación tecnológica actual.

Sociedades primitivas

En estas sociedades el aprendizaje técnico se da de forma natural y ligado a la subsistencia y formas de vida propias de cada comunidad. Se aprende a partir de la observación de actos técnicos y de su imitación. La importancia de este aprendizaje

¹ Es este un rasgo de los llamados países desarrollados o del primer mundo. Aunque el nivel de desarrollo tecnológico de los países en vías de desarrollo o subdesarrollados sea mucho menor no podemos olvidar que dichos países también cuentan con tecnologías propias y que además se ven, directa e indirectamente, afectados por las consecuencias derivadas de la expansión tecnológica de las potencias en tecnología.

mimético para el desarrollo de la especie humana ha sido determinante si nos atenemos a las palabras de los antropólogos Carbonell y Sala cuando afirman que:

“Los sistemas técnicos son a los humanos lo que las garras y la carrera a los leones, una forma de adaptación biológica.

La primera adaptación de nuestro grupo zoológico fue el bipedismo... Esto se inició hace más de cuatro millones de años y hasta hace dos millones y medio de años no se añadió un nuevo grupo de adaptaciones: los primeros instrumentos y el inicio de la transformación del entorno.

Después de estas (adaptaciones) se produjo el descubrimiento del fuego, el desarrollo del lenguaje, el tratamiento de los muertos y la aparición del simbolismo artístico, todo ello hace unos trescientos mil años” (Carbonell y Sala, 2000: 11-12)

Civilizaciones antiguas

En las civilizaciones sumeria, persa o egipcia –como en otras civilizaciones de la época²- es el determinismo social quien marca los aprendizajes técnicos futuros. En función de su origen social los habitantes serán esclavos, agricultores, artesanos o tendrán otras ocupaciones. Así los conocimientos técnicos se transfieren de padres a hijos de acuerdo con el estatus social que ocupan las personas y el quehacer que les es propio a lo largo de toda su existencia. Sólo las castas militar y sacerdotal reciben formación en ambientes de enseñanza organizados al modo de las escuelas actuales.

Civilización griega e imperio romano

Se siguen manteniendo los entornos de formación familiar para la transmisión de los conocimientos técnicos, al tiempo que los talleres de los artesanos aparecen también como espacios de formación técnica.

Esta formación es poco reconocida y nada valorada. Ni la cultura griega ni la romana, como tampoco la judeocristiana, valoran el trabajo como actividad humana. El trabajo manual tiene connotaciones negativas y se considera como una actividad propia de las clases más desfavorecidas. Esta concepción, determinante para el desarrollo de las

² Durante el período comprendido entre 8.000 y 5.000 a.de.C se consolidan las poblaciones sedentarias dedicadas a la agricultura y la ganadería. A partir de ese período se producen las transformaciones de aldeas en grandes asentamientos o ciudades (Scarre, 1995), y se desarrollan en los grandes continentes culturas e imperios que siguen –en su mayoría- la modalidad de transmisión de conocimientos que aquí se describe.

enseñanzas técnicas, será vigente a lo largo de los siglos y sólo con la llegada de la Reforma Protestante, la Ilustración y la Revolución Industrial se iniciará una lenta y radical transformación.

Edad Media

Agricultura y oficios manuales son los ámbitos donde se desarrolla la formación de carácter técnico. En este período los gremios son los grandes depositarios del conocimiento técnico y asumen el papel de transmisores del mismo. La enseñanza gremial es clave para la capacitación en un oficio determinado. Es también un primer sistema estructurado de formación técnica que, reproduciendo el modelo social vigente en la época, está dirigido por el maestro y propietario del taller. Ingresando en el gremio el aprendiz se iniciaba en el oficio pudiendo progresar en una escala de corte piramidal hasta alcanzar la condición de oficial e incluso la de maestro.

La aparición de las universidades no supone ningún tipo de cambio significativo por el hecho de que los conocimientos tecnológicos no tienen cabida en estos centros de formación, ocupados como estaban en la transmisión de otro tipo de saberes.

Renacimiento

El desarrollo del comercio que se produce en la época provoca una transformación de la estructura gremial (aunque no de las formas habituales de enseñanza) promoviendo que la actividad productiva tenga lugar en grandes talleres o bien en el seno de las familias. Progresivamente se establece una dinámica de formación especializada en el propio lugar de trabajo y ajustada a la actividad laboral que ha de realizar el asalariado.

Con la publicación de las primeras obras sobre tratados de artes prácticas surge una nueva vía de difusión de conocimientos técnicos³.

Reforma

Durante los siglos XVI y XVII se produce un cambio ideológico importante enraizado en los debates religiosos de la época. El trabajo se enaltece y pasa a concebirse como

³ Son obras de este período *Pyrotechnia* de Biringuzzio, *Mechanicarum Librei* de Guidabalto del Monte, *Libros de Arquitectura* de Vitruvio y *21 libros de los ingenios y de las máquinas* de Turriano. Pero es, seguramente, la vasta producción técnica de Leonardo da Vinci, personaje prototípico del Renacimiento y del pensamiento Humanista, la que merece una mención específica.

un deber individual y religioso. Se multiplican las escuelas de aprendizaje en las empresas y aparecen en Alemania las “Escuelas de Domingo”, precursoras de la futura formación profesional.

Durante este período algunos pensadores se refieren de forma explícita a la necesidad de proporcionar formación de carácter técnico a las personas. Así se manifiesta Tomás Moro quien, en su obra *Utopía* (1516), aboga por el aprendizaje de oficios agrícolas e industriales de forma generalizada como medio de romper con la dicotomía campo-ciudad. Con su propuesta promueve una educación técnica para todos sin propósitos profesionalizadores. También Juan Amós Comenio en *Didactica Magna* (1632) defiende que los niños de 6 a 12 años aprendan los principios de las artes mecánicas como parte de su formación general.

Ilustración

Con la Ilustración se amplía el número de publicaciones técnicas que buscan divulgar los conocimientos técnicos, aunque ninguna de ellas se publica con una finalidad educativa exclusiva. Esta expansión divulgadora y revalorizadora de los conocimientos técnicos deriva del pensamiento empirista promovido por Bacon, Locke y Hume y de la práctica de Galileo. Supone además la antesala de la Revolución Industrial y del maquinismo. Dos hechos de esta época nos parecen especialmente significativos para establecer los orígenes de la educación tecnológica.

La aparición en Francia de “*L’encyclopédie ou discours raisonné des sciences, des arts et des métiers*” de Diderot y D’Alembert que intenta romper definitivamente con el oscurantismo de los gremios incluyendo en la obra conocimientos científicos, técnicos y de oficios. Es Diderot quien, en consonancia con el planteamiento de T.Moro, aboga por una difusión real de estos conocimientos al proponer que los conocimientos de las artes mecánicas deberían enseñarse a todos los ciudadanos⁴.

⁴ Si bien sus ideas no produjeron cambios inmediatos en la enseñanza, sí que fueron suficientes para que se incrementara la toma de conciencia sobre la necesidad de una formación técnica elemental y generalizada. Desde su naturalismo pedagógico Rousseau, colaborador en *L’Encyclopédie*, también manifiesta en “*L’Émile*” la necesidad de una formación en conocimientos técnicos cuando dice “*La práctica de las artes naturales, que puede realizar un hombre solo, lleva a búsqueda de las artes industriales, que requieren la colaboración de distintas manos... cuando el encadenamiento de los conocimientos os lleve a enseñar a vuestro alumno la mutua dependencia de los hombre entre sí, no se la expliquéis desde el lado moral, centrad en primer lugar su atención en la industria y las artes mecánicas, que los hacen útiles los unos a los otros. Cuando le paseéis por un taller no permitáis que vea ningún trabajo sin probar de realizarlo él mismo... una hora de trabajo le enseñará más cosas que un día entero de explicaciones.*” (Rousseau, 1985: 224)

“Yo pienso que debería darse en las escuelas una idea de todos los conocimientos necesarios a un ciudadano, desde la legislación hasta las artes mecánicas, que tanto han contribuido a las mejoras y atractivos de la sociedad, y en esas artes mecánicas yo incluyo hasta las profesiones de la última clase de los ciudadanos”.
(Diderot en *Plan d'une université*, ut. per Manzano, 1997:34)

El segundo hecho significativo es la aparición por primera vez del término tecnología en educación. Es el profesor J.Beckmann de la Universidad de Gottingen quien en 1766 publica “Tecnología o estudio sistemático y racional de las artes”. De este modo inicia la Tecnología como una disciplina académica distanciándose de la consideración vigente en la época de “Historia de las Artes” donde se estudiaba una relación de inventos siguiendo un orden cronológico. Beckmann considera que la Tecnología, como materia de estudio, no puede reducirse a una explicación de progresos tecnológicos sino que también es necesario considerar las causas que los originan y las consecuencias que provocan.

Revolución Industrial

Surgida en el siglo XVIII en Inglaterra su expansión durante el s.XIX produce una descalificación de los puestos de trabajo y la progresiva erradicación del sistema de aprendizaje gremial que no se sustituye por otras vías de formación profesional, si exceptuamos la que se deriva de los aprendizajes hechos en el mismo puesto de trabajo. Las ideas de la Ilustración son desechadas y tan sólo se impulsa la educación técnica en la universidad. Aparecen las escuelas politécnicas (predecesoras de las escuelas de ingeniería actuales) donde se forman las elites de técnicos y especialistas que rigen el desarrollo industrial.

Fuera del ámbito universitario es también en Alemania donde, a finales del XIX, aparece una especial preocupación por la formación laboral de los trabajadores propiciando la implantación del sistema dual. Modelo de formación profesional que se introduce en el sistema educativo al cual optan los alumnos tras recibir una educación básica. En él se combina, constantemente, la formación en centros educativos especializados con la recibida en las empresas.

En España las ideas de la Ilustración sobre la necesidad de instrucción en materias tecnológicas las recogen personajes como Jovellanos en su *“Informe sobre el libre ejercicio de las artes”* de 1785, o el Conde de Campomanes en su *“Discurso sobre la educación popular de los artesanos y su fomento”* de 1775.

Inicios del Siglo XX

Una de las consecuencias de la progresiva expansión industrial durante el siglo anterior es la aparición de los movimientos obreros. Otra la creciente preocupación por la preparación laboral de los trabajadores. Estos hechos se traducen en una expansión de la formación técnica que adopta básicamente dos orientaciones, excepto en Alemania donde se sigue apostando por su sistema de formación dual.

La primera de estas orientaciones se traduce en la institucionalización de la formación profesional en algunos países europeos y en Estados Unidos⁵.

La segunda enraíza con Karl Marx y Friedrich Engels, máximos ideólogos del socialismo científico, que recuperan la concepción de R.Owens de educación por el trabajo y postulan una educación politécnica, teórica y práctica, vinculada al trabajo productivo. La Revolución Rusa de 1917 permite adoptar el ideario de Marx y Engels. Se extiende la educación técnica elemental y general para todos los alumnos. Son personajes como Nadiezhda Krúpaskaia o Anton Semionovich Makarenko los máximos exponentes de esta formación general para el trabajo. Posteriormente el modelo politécnico se extiende a otros países de la órbita socialista.

También desde el movimiento de la Escuela Nueva se impulsa la educación técnica en la enseñanza primaria, pero no desde una vertiente profesionalizadora sino considerando la importancia que ésta tiene en la formación de las capacidades personales. A pesar de estas intenciones aún tendrán que pasar algunas décadas para que haga aparición la Tecnología como materia implicada en la formación general de todos los ciudadanos.

Década de los 60 y 70

Tras la Segunda Guerra Mundial surge en la década de los sesenta un especial interés por modificar los currículums de ciencias en la educación secundaria incluyendo

⁵ En 1917 el estadounidense Whitehead (1957) sostiene, desde un planteamiento de educación liberal, que en un sistema educativo nacional han de conjugarse por igual la formación científica, la tecnológica y la literaria, indicando que los 13 años es la edad adecuada para iniciar la educación técnica. A pesar de su discurso acerca de la necesidad de una formación integral trasciende la importancia que atribuye a la educación técnica como medio de formar personas y no meros obreros especializados. El interés de su peculiar discurso reside en su visión premonitrice de una situación propia de finales del siglo XX y no de sus inicios. Whitehead arguye la necesidad de esta educación amplia como camino adecuado para promover profesionales capaces de adaptarse a los cambios que puedan producirse en el mercado de trabajo.

proyectos específicos de Tecnología. A pesar de las expectativas iniciales el “Project Technology” experimentado en el Reino Unido y la propuesta de “The Man-made World” ensayada en Estados Unidos, los resultados iniciales fueron decepcionantes como señala Layton (1994). En ambos casos, al igual que ocurriría en la década siguiente en España con la introducción de la Pretecnología, los proyectos no dejaron de ser meras tentativas con escaso eco y nulo impacto en los respectivos sistemas educativos.

El punto de inflexión se produce con la aparición de la UNESCO en el escenario de la educación tecnológica. Es crucial el impulso dado por esta organización internacional para hacer efectiva la introducción de la Tecnología en los sistemas educativos nacionales de todos los países. Dos son los manifiestos emitidos por este organismo a inicios de los años setenta que tendrían un peso determinante en los gobiernos y en las políticas educativas de países de todo el mundo.

En 1971 la Comisión Internacional para el Desarrollo de la Educación elabora un argumentado Informe con el nombre de “Aprender a Ser” (Faure y otros, 1973) donde se justifica la necesidad de que la tecnología forme parte de la educación básica que han de recibir todas las personas. En él se dice:

“Los conocimientos técnicos revisten una importancia vital en el mundo moderno y deben formar parte de la instrucción básica de cada uno. La ignorancia de los métodos técnicos coloca al individuo cada vez más a merced de otra persona en la vida cotidiana, reduce sus posibilidades de empleo y acrecienta el peligro de que los posibles efectos perjudiciales de la aplicación excesiva de la tecnología –alienación de los individuos, contaminación, etc.- acaben por predominar. La mayoría de la gente se beneficia pasivamente de la tecnología o se resigna a ella sin entender nada; por tanto no pueden actuar de ninguna forma sobre ella.

En la enseñanza general de nuestros días, no se aborda el estudio de la tecnología de forma sistemática desde el punto de vista conceptual. No se intenta hacer comprender en qué la tecnología puede serle útil al individuo, a la sociedad o al mundo en general” (Faure y otros, 1973: 128)

Unos años después, el 19 de noviembre de 1974, la Conferencia General de la UNESCO aprueba una Recomendación relativa a la enseñanza técnica y profesional. En ella sigue manifestándose la necesidad de introducir la educación tecnológica como parte de la educación general e impulsando a los gobiernos a hacerla efectiva.

Esta Recomendación en el artículo 19 de su capítulo IV sobre los "Aspectos técnicos y profesionales de la enseñanza general" dice:

"La iniciación a la tecnología y al mundo del trabajo debería constituir un elemento esencial de la educación general, sin el cual esa educación resulta incompleta. La aceptación de tal principio debería conducir a la comprensión de la faceta tecnológica de la cultura moderna en sus atributos tanto positivos como negativos... Esta iniciación debería, además, constituir la base de una preocupación fundamental en toda reforma y transformación de la educación encaminada a alcanzar una mayor democratización de ésta, y debería constituir un elemento indispensable del plan de estudios, desde la enseñanza primaria hasta los primeros años de secundaria." (UNESCO, 1974)

En los artículos siguientes se determinan cuáles han de ser las funciones de esta educación tecnológica y se perfilan contenidos y objetivos de los programas específicos que puedan desarrollarse.

La coincidencia en el tiempo de estas manifestaciones y la introducción por primera vez de la tecnología en los planes de estudio de las enseñanzas primaria y/o secundaria nos lleva a situar los años sesenta como el momento de aparición de la educación tecnológica en los sistemas educativos, aunque sería a partir de los setenta cuando esta presencia se iría expandiendo.

1.1.2 Presencia de la tecnología en los sistemas educativos

El estado de implantación de la Tecnología varía en función de la realidad educativa, política y social de cada país. Los objetivos del estudio que nos ocupa no permiten examinar en qué nivel de implementación se encuentra el área de Tecnología en las distintas naciones de los cinco continentes. Pero sí que, tras la oportuna revisión literaria, disponemos de la suficiente información como para poder esbozar en qué medida la Tecnología se encuentra presente en distintas realidades sociales y culturales⁶.

⁶ Aunque la finalidad de esta investigación no sea realizar un estudio comparativo sobre la presencia de la educación tecnológica en el mundo resulta imprescindible ofrecer una visión objetiva sobre la situación actual para poder comprender el alcance real que tiene la Educación Tecnológica en todo el planeta.

Si nos situamos en el continente europeo descubriremos que la presencia de la educación tecnológica está prácticamente generalizada en la etapa correspondiente a la enseñanza secundaria obligatoria (período comprendido entre los 10-12 años a los 14-16) y, ocasionalmente, aparece en la educación primaria o básica (de los 6 a los 10-12 años) e incluso tiene una formulación explícita en los curriculums correspondientes a la educación infantil. La tabla 1.1 muestra una síntesis de la situación en que se encuentran todos los países integrados en la Red Europea de Información Educativa, EURYDICE.

En el continente americano se distinguen realidades bien distintas. En los países más desarrollados del Norte de América, Estados Unidos y Canadá, la educación tecnológica está plenamente consolidada. No ocurre lo mismo con México que, al igual que otros países del Sur y Centro América como Colombia, Chile o Argentina están impulsando reforma educativas que potencian la presencia de la educación tecnológica tanto en la enseñanza secundaria como en la primaria. Otros países latinoamericanos intentan –con grandes esfuerzos- introducir también programas experimentales de educación tecnológica, como ocurre en Nicaragua o El Salvador.

En otros países de clara influencia anglófona –como Australia o Nueva Zelanda- la educación tecnológica tiene también una fuerte presencia con currículums orientados bajo el concepto de “educación en tecnología” que propone Gilbert, al cual nos referiremos en el siguiente subapartado. Con otra orientación, más centrada en la “educación para la tecnología” que describe Gilbert, se encontraría ubicado Israel.

Las publicaciones de la UNESCO (Layton 1986, 1991, 1992, 1994 y Jenkins, 2000) sobre las *Innovaciones en la educación en ciencias y tecnología*, y las comunicaciones y ponencias expuestas en la Segunda Conferencia Internacional para la Educación Científica y Tecnológica sobre “*Educación Tecnológica para un Futuro en Transformación: Teoría, Política y Práctica*” (Mioduser y Zilberstein, 1996) nos permiten exponer algunas de las situaciones existentes en otros continentes.

Un buen número de países viene implementando planes y proyectos experimentales, con el auspicio de organismos internacionales, con la finalidad de explorar las posibilidades y el interés de la presencia de la educación tecnológica en la enseñanza general como paso previo a promover una posterior generalización de la experiencia. Uganda, Kenia, Ghana, Tanzania o Burundi son algunos ejemplos ilustrativos. Situación distinta es la de países como Zimbabue o Sudáfrica donde la educación tecnológica tiene una mayor presencia en la educación obligatoria.

País	Etapas educativas
Alemania	Obligatoria en algunas vías de la secundaria obligatoria.
Austria	Obligatoria en dos cursos de la secundaria básica.
Bélgica	Optativa en el ciclo 12-14. Obligatoria en las modalidades técnica y profesional (14-16).
Dinamarca	Obligatoria en primaria y secundaria. Existen además materias optativas técnicas y profesionales.
Grecia	En la secundaria obligatoria se cursa Informática.
Finlandia	Obligatoria desde Preescolar.
Francia	En primaria se imparte Matemáticas, ciencia y tecnología conjuntamente. En la secundaria es obligatoria.
España	Obligatoria en la secundaria.
Irlanda	Obligatoria en la secundaria, pero optativa en algunos centros. Figura como diseño y artesanía.
Islandia	Obligatoria desde la primaria ⁷ .
Italia	Obligatoria en la secundaria básica.
Luxemburgo	Obligatoria en primaria, con el nombre de pretecnología, y en la secundaria como Nuevas Tecnologías de la Información.
Holanda	Obligatorias en la secundaria básica la tecnología y la informática.
Noruega	No figura. Se contemplan trabajos manuales durante toda la obligatoriedad.
Portugal	Obligatoria en el segundo ciclo (10-12) y en el tercero (12-15).
Reino Unido	Obligatoria desde los 5 años. Recomendada en el Preescolar.
Suecia	Obligatoria desde el Preescolar.

Tabla 1.1 Presencia de la educación tecnológica en distintos países de Europa (Fuente: EURYDICE&CEDEFOP, 1996)

De esta rápida revisión se puede concluir que el nivel de implementación de la educación tecnológica varía muchísimo de un país a otro, siendo en los países más

⁷ El caso de Islandia merece ser comentado. Se trata de un país donde la educación tecnológica, presente bajo el nombre de "Artes y oficios", ocupa el 20% del programa escolar que los alumnos siguen durante los diez años de enseñanza obligatoria. Es la materia que recibe una mayor atención, por encima del islandés (18%) o las matemáticas (15%).

desarrollados donde el grado de implantación es mayor, aunque no en todos los casos se pueda afirmar que se trata de una materia plenamente consolidada. A pesar de esta diversidad, si nos atenemos a las casuísticas existentes (recopiladas de las referencias anteriores y de Font, 1995; Mioduser y Zilberstein, 1996; Acero y otros, 1996; Argüelles, 1998), podemos establecer una clasificación sobre la base de tres grandes categorías que nos ayuden a comprender cual es la situación en la actualidad, al tiempo que nos puede ser útil para posicionar a cualquier país que podamos considerar.

Se trata de una tipología válida para sintetizar y ordenar la pluralidad de situaciones que pueden darse en los distintos sistemas educativos; pero donde los países que, a modo de ejemplo, acompañan a estas categorías han de considerarse como meros apuntes ilustrativos, con una validez temporal limitada. La evolución socioeducativa seguida en cada país y el interés por mejorar los índices de calidad educativa hacen que se trate de realidades cambiantes que en ningún caso pueden considerarse como definitivas. Las modificaciones legislativas, los cambios en las prioridades de las políticas educativas nacionales, la disponibilidad de recursos económicos, la dependencia financiera de los organismos internacionales y de otros países, así como todos los mecanismos articulados desde los ministerios y administraciones con competencias educativas hacen que la evolución sea constante. Ello obliga a considerar que la ubicación en cualquiera de estos niveles pueda modificarse de un curso académico a otro.

1. Países donde la tecnología está regulada por ley y se encuentra implantada como área curricular con contenido propio. Dentro de éstos se dan múltiples realidades, pudiendo diferenciarse entre:
 - 1.1. Países donde la materia está totalmente consolidada en el sistema educativo. Serían representativos de esta situación países como Canadá, Islandia, Francia o Suecia.
 - 1.2. Países donde la tecnología tiene una presencia real, aunque no pueda hablarse de una materia consolidada en su totalidad sino que se encuentra todavía en fase de introducción⁸. Sería el caso de España o Chile.

⁸ En el apartado 1.4 de este mismo capítulo se detallan criterios específicos que permiten diferenciar entre una presencia consolidada o no de la educación tecnológica en un país.

- 1.3. Países con la tecnología consolidada pero en situación de revisión o reforma del enfoque y contenidos del área. Hoy en día son los Estados Unidos quien mejor ilustran esta situación⁹.
- 1.4. Países donde, a pesar de estar legislada la obligatoriedad de cursar la educación tecnológica, la realidad política, económica y social impide que pueda hablarse de su presencia generalizada en las escuelas; a pesar de los meritorios esfuerzos realizados. Países como Colombia, Paraguay o Argentina representan esta situación hoy en día¹⁰.
2. Países donde la tecnología, regulada o no por ley, se encuentra en fase de experimentación; ya sea como estado previo a su implantación o bien por tratarse de iniciativas auspiciadas por organismos internacionales. En este caso suelen ser iniciativas muy localizadas y puntuales, dirigidas a promover una formación ocupacional básica que abra las puertas del mercado laboral de los beneficiarios y actúe de motor de mejora en la calidad de vida¹¹. Es el caso de países como el Ecuador o El Salvador, preocupados por potenciar una introducción de la educación tecnológica como educación por el trabajo.

⁹ El impulso dado en los últimos años al proyecto "Technology for All Americans" (VVAA, 2000) intenta ser una vía para superar la multiplicidad de enfoques que adoptan los programas de educación tecnológica que recaen en las autoridades estatales y locales, sin existencia de una orientación común en el ámbito nacional o federal. Los 50 estados existentes en el país son el origen de esta compleja situación; pero no la única, pues como advierte Dyrenfurth *"debido al control local, existe probablemente tanta variación en la práctica entre las localidades en cualquier estado como existe entre los diversos estados"* (Dyrenfurth, 1994:60).

¹⁰ No todos los países se encuentran en igual situación. Las políticas educativas nacionales están dando prioridades específicas en función de planteamientos e intereses determinados, dando, a su vez, pie a realidades distintas. Así por ejemplo, en Colombia la educación tecnológica aparece como tecnología e informática. Fruto de esta duplicidad -y seguramente de la presión que las Tecnologías de la Información y Comunicación ejercen sobre el sistema educativo y la sociedad en general- parece que el área se está decantando hacia un enfoque de alfabetización informática, alejada de otras orientaciones más amplias que definen a la educación tecnológica y que exponemos en el siguiente apartado.

¹¹ Se trata de una visión defendida por los organismos internacionales dedicados a la educación. En la Conferencia Mundial sobre la Educación para Todos se trató el tema de la satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje. En la declaración final se defendía que *"Las necesidades básicas de aprendizaje de jóvenes y adultos son diversas y pueden satisfacerse mediante sistemas variados.... Otras necesidades pueden satisfacerse mediante la capacitación técnica, el aprendizaje de oficios y los programas de educación formal y no formal en materias tales como la salud, la nutrición, la población, las técnicas agrícolas, el medio ambiente, la tecnología, la vida familiar... y otros problemas de la sociedad"* (CMET, 1990; Artículo 5). En consonancia con este planteamiento algunos países -como los citados en esta categoría- se están planteando la educación tecnológica como una educación para el trabajo, de forma que se promueva desde la enseñanza general el desarrollo de competencias básicas en el mercado laboral.

3. Países donde no existe la tecnología como área curricular con entidad propia. Esta ausencia no conlleva implícita la inexistencia de contenidos tecnológicos en los planes de estudios. Dichos contenidos están presentes en otras áreas curriculares, casi siempre en ciencias experimentales y sociales, de forma que su tratamiento se hace desde enfoques distintos a los que se pueden ofrecer desde la educación tecnológica. En esta situación se encontrarían todos aquellos países que no contemplan la educación tecnológica como materia en la educación obligatoria.

Ilustran esta situación países como Nicaragua o Guatemala, cuyos gobiernos muestran interés por impulsar la educación tecnológica en el sistema educativo, ya sea dirigiéndose a los niveles últimos de escolarización obligatoria o como currículum de las enseñanzas medias postobligatorias. La intencionalidad y voluntad en promover la educación tecnológica en la población escolar choca, en estos casos, con la situación social y educativa que se vive en estos países y que obliga a dar prioridad a otras iniciativas con el fin de promover su desarrollo nacional.

1.2 ORIENTACIONES CURRICULARES EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

La reciente aparición de la educación tecnológica en los currículums de los sistemas educativos nacionales no impide, o quizás sea la causa, de la proliferación de múltiples enfoques en la selección y orientación que adoptan dichos currículums en países distintos. Abordamos este apartado con la intención de dar a conocer los distintos planteamientos curriculares vigentes, según lo exponen autores que han tratado el tema con cierta profundidad hasta el momento. Después mostraremos las tendencias más recientes.

1.2.1 Perspectivas vigentes

Uno de los primeros intentos por esclarecer la disparidad de enfoques existentes lo materializa la Asociación para la Educación Científica y Tecnológica del Grupo de Trabajo Científico del Reino Unido que recogen Allsop y Woolnoughn (1990). Dicha

asociación identifica cuatro ramas distintas para configurar un currículum equilibrado de educación tecnológica.

1. **Alfabetización tecnológica.** Formación basada en contenidos y metodologías de tecnologías consideradas relevantes para propiciar dicha alfabetización (como pueden ser la mecánica, la electricidad, o la representación gráfica).
2. **Conciencia tecnológica.** Orientada a que los alumnos tomen conciencia y desarrollen un espíritu crítico acerca de las implicaciones que tienen los desarrollos tecnológicos.
3. **Capacitación tecnológica.** Entendida como una formación basada en el desarrollo de habilidades que les permitan afrontar y resolver con éxito problemas tecnológicos de índole diversa.
4. **Tecnología de la Información.** Centrada en contenidos informáticos que podrían tener un tratamiento más transversal estando presentes en los distintos temas tratados dentro de la educación tecnológica –y extensivamente en otras áreas curriculares- o bien contempladas como el aprendizaje de herramientas para tareas específicas.

Fensham (1992), reconociendo las dificultades que entraña identificar de forma adecuada las distintas orientaciones que toman cuerpo en los años 70 y 80 describe, desde la observación y la reflexión analítica, hasta cinco modalidades distintas de currículum en tecnología. Una la de las Artes Industriales, mayoritaria en la poliédrica realidad de los Estados Unidos; otra de Estudios Teóricos de carácter social, próxima a la visión de Ciencia, Tecnología y Sociedad cada vez presente con más fuerza en un buen número de países. Una tercera orientación que describe es aquella donde la tecnología se asimila con el trabajo y la educación tecnológica se concibe como medio de preparación para el trabajo. Otra engloba el tratamiento de contenidos científicos y técnicos de forma aunada. Fensham completa su trabajo con una quinta modalidad, mucho más indefinida, bajo el nombre de “Una definición novedosa del currículum”. En ella se hace eco de los cambios que en Inglaterra y Gales se estaban produciendo a finales de los ochenta y principios de los noventa en la definición curricular de la educación tecnológica que acabaría denominándose “Diseño y Tecnología”¹².

¹² Posteriormente Fensham publica con Gardner, (Fensham y Gardner, 1994) un artículo que aborda las relaciones entre ciencia y tecnología dentro y fuera de la escuela. Lo hacen identificando cuatro posicionamientos distintos que suelen darse ante estas relaciones. La

Resulta sugerente la propuesta del británico Gilbert(1992:1995) quien establece una triple diferenciación en el desarrollo de la educación tecnológica en las aulas. Lo hace relacionando los aspectos que determinan la práctica tecnológica tal y como los define Arnold Pacey (Pacey, 1990) y las posibles contribuciones de la educación tecnológica a la educación general desde el desarrollo de los seis tipos de inteligencia definidos por Gardner (1985). Pacey considera que la tecnología queda caracterizada, definida a partir de tres aspectos: el técnico, el organizativo y el cultural. Gardner distingue entre inteligencia lingüística, musical, lógico-matemática, espacial, corporal-cinestésica y personal. Relacionando los aspectos de Pacey y los tipos de inteligencia de Gardner, Gilbert considera que, en las aulas, se dan tres enfoques distintos: “educación para la tecnología”, “educación sobre la tecnología” y “educación en la tecnología” (tabla 1.2)

Orientaciones de la ET <i>J.K.Gilbert</i>	Aspectos de la tecnología <i>A.Pacey</i>	Tipos de inteligencia <i>H.Gardner</i>
Educación para la tecnología	Técnico	Lingüística Espacial Lógico-matemática Corporal-cinestésica
Educación sobre la tecnología	Organizativo Cultural	Lingüística Personal
Educación en la tecnología	Técnico Organizativo Cultural	Lingüística Personal Espacial Lógico-matemática Corporal-cinestésica

Tabla 1.2 Orientaciones de la educación tecnológica según J.K.Gilbert

La educación para la tecnología resulta ser la orientación dominante en la mayoría de aulas, aunque se trate del enfoque más restrictivo de los tres. La preponderancia del aspecto técnico hace que los contenidos se focalicen en aprender conocimientos específicos de tecnologías distintas, interpretándose que la tecnología es, ante todo un proceso técnico de diseño y construcción donde se aplican dichos conocimientos.

ciencia vista como algo anterior a la tecnología; la tecnología contemplada como previa a la ciencia; ciencia y tecnología consideradas como independientes y ciencia y tecnología tratadas en colaboración. Perspectiva interaccionista, esta última, próxima a la conceptualización cada vez más aceptada de tecnociencia, donde las relaciones entre ambas son constantes, intensas, e incluso necesarias.

En el aula se traduce en actividades de aprendizaje acerca de técnicas de construcción y utilización de equipos y herramientas; en el desarrollo de habilidades específicas relacionadas con el análisis, la transformación de materiales o la verificación y el aprendizaje de conocimientos mecánicos, energéticos o eléctricos, entre otros.

La educación sobre la tecnología es una orientación poco presente en los centros educativos y se preocupa por tratar temas de carácter social de la tecnología. Su planteamiento está muy próximo a los postulados del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), al que nos referiremos más adelante. En este caso la tecnología se aborda, esencialmente, desde una visión reflexiva, crítica y valorativa.

En el aula se trabaja con contenidos relacionados con la economía de la producción, los impactos medioambientales de la tecnología, las estructuras laborales en el mundo empresarial, los efectos de la tecnología en los usuarios, los límites éticos en que se mueve la innovación tecnológica, las grandes transformaciones y avances tecnológicos y su impacto social entre otros contenidos propios de una visión más culturalista de la tecnología.

La educación en la tecnología se concibe como un enfoque amplio e integrador de todos los aspectos señalados por Pacey y el desarrollo de todos los tipos de inteligencia de Gardner, si exceptuamos la musical. Esta orientación permite a los alumnos tratar la tecnología desde todas sus vertientes.

Las actividades desarrolladas en el aula les permite conocer la actividad tecnológica pasada, presente y, a modo prospectivo, futura; adquirir técnicas específicas de tecnologías distintas al tiempo que se desarrollan competencias básicas o genéricas; abordar los problemas derivados de la tecnificación o –entre otros aprendizajes– potenciar las capacidades de análisis y reflexión.

Más allá de este interesante y acertado constructo artificial elaborado por Gilbert existe un riguroso estudio (por definición, método, contenido y resultados) de Marc de Vries publicado en 1994 que sigue siendo referente obligado. El interés de la obra de De Vries (1994) no sólo radica en que ofrece una diferenciación de enfoques donde quedan recogidas todos los anteriores, sino que además lo hace a partir de una investigación sistemática capaz de reflejar la diversidad de prácticas curriculares y docentes que se dan en las aulas de tecnología de un buen número de países.

APROXIMACIONES A LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA			
ENFOQUES	CONCEPTO DE TECNOLOGÍA	FINALIDAD Y CONTEXTO SOCIAL	ACTIVIDADES DE LOS ALUMNOS
ARTES MANUALES	Instrumental. La tecnología como forma de hacer cosas.	Contribuir en la formación de trabajadores para la industria.	Cerradas, desarrollo de habilidades constructivas. Producción de piezas de madera o metal.
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL	Productivo. La tecnología genera grandes expectativas sociales.	Importancia vital para la sociedad del trabajo productivo. Educación tecnológica como principio politécnico de la educación.	Prescritas. Mayor énfasis en la preparación de trabajo y en cómo se produce industrialmente.
ALTA TECNOLOGÍA	Productivo. La tecnología como apropiación de equipos modernos.	Reconocimiento social de la "high tech". Contribución a la formación en el uso de nuevas tecnologías.	Centradas en el uso de equipos modernos. Especial énfasis en el uso de equipos informáticos.
CIENCIA APLICADA	Cognitivo. La tecnología como actividad cognitiva que depende de la ciencia.	Desarrollo cognitivo. Relación entre conocimiento científico y producto tecnológico.	Investigación de fenómenos científicos a partir de la observación de productos tecnológicos.
CONCEPTOS TECNOLÓGICOS GENERALES	Cognitivo-analítico. La tecnología proporciona conocimientos para el desarrollo de productos.	Énfasis en cuestiones cognitivas. Enfoque presente cuando las disciplinas tecnológicas tienen un alto estatus.	Comprensión de conceptos, principios y sistemas tecnológicos.
DISEÑO	Creativo. El eje central de los procesos desarrollados en tecnología es la creatividad.	Contribuir a la formación de personas independientes, con habilidades para resolver problemas.	Aplican la metodología proyectual partiendo de problemas. Se construye, evalúa y planifica la comercialización.
COMPETENCIAS CLAVE	Innovación. La tecnología considerada como fuente de innovación.	Formar personas capaces de contribuir al desarrollo del sector productivo, a partir de la adquisición de habilidades de cooperación, creatividad, análisis, evaluación	Centradas en la resolución de problemas. Actividades de análisis.
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	Humano y social. Extensión del enfoque de ciencia aplicada que incluye los aspectos sociales y humanos de la tecnología.	Toma de conciencia crítica sobre las consecuencias de la tecnología.	Actividades del enfoque de ciencia aplicada. Investigación sobre los efectos sociales de la tecnología.

Tabla 1.3 Síntesis del artículo "Technology education in Western Europe" de Marc F. de Vries

Su estudio, apoyándose en un trabajo de McCormick(1991) acerca de las tradiciones en educación tecnológica, parte de la definición de seis descriptores que aplica luego para analizar y describir la situación en que se encuentra la práctica de la educación tecnológica en varios países de Europa Occidental (Bélgica, Alemania, Francia, Holanda, Inglaterra y Gales).

Los descriptores que emplea para el análisis son el tipo de actividades que los alumnos llevan a cabo en las aulas, la forma en que están equipadas, la formación

recibida por el profesorado, los aspectos sociales a través de los que se potencia un enfoque concreto y las finalidades inherentes en ese contexto, el tratamiento de los aspectos de género y los conceptos de tecnología que los alumnos acaban adquiriendo. Aplicando estos descriptores De Vries identifica y describe hasta ocho enfoques distintos que pueden verse materializados en las aulas de tecnología: artes manuales, producción industrial, alta tecnología, ciencia aplicada, conceptos tecnológicos generales, diseño, competencias clave y ciencia, tecnología y sociedad. La tabla 1.3 sintetiza la orientación que toman estos enfoques resumiendo los tres descriptores que consideramos clave para entender cada enfoque.

1.2.2 Tendencia hacia la interdisciplinariedad

Pero existen otras propuestas que sugieren alternativas interesantes al desarrollo curricular de la educación tecnológica. Nos referimos a las apuntadas por Herschbach y otros autores sobre un tratamiento interdisciplinar de los contenidos; y a las propuestas de globalización curricular promovidas desde la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)¹³. Ambas propuestas quedarían situadas en el modelo de currículum integrado que define Bernstein (1988). En él los contenidos se hallan en relación abierta y recíproca, frente al modelo de currículum yuxtapuesto donde los contenidos están delimitados y separados entre sí sin ningún tipo de conexión.

La primera de ellas, defendida por Herschbach (1995)¹⁴, se basa en la necesidad de un tratamiento interdisciplinar de los contenidos escolares pues *“pocas asignaturas tienen la capacidad de integrar campos tan plenamente interrelacionados de conocimiento, basada en actividades ordenadas de estos campos a medida que se*

¹³ Aunque destacamos la tendencia hacia la interdisciplinariedad como orientación más novedosa e interesante para la renovación de los currículums de educación tecnológica hay autores que describen orientaciones en líneas distintas. Así Olson (1996) considera los currículums de educación tecnológica van a enfatizar en el futuro los procesos cognitivos, habida cuenta que ésta es una forma de revalorizar la disciplina. En este caso se estaría enfatizando el enfoque de la alfabetización tecnológica que, como recapitula Waetjen (1993), sitúa el énfasis de la educación tecnológica en el campo conceptual y en la comprensión de conocimientos.

¹⁴ Otros autores aluden también al incentivo que supone un tratamiento interdisciplinar de los conocimientos escolares desde la tecnología (Gagel, 1997; Baigorri, 1999; Bachs, 1999; Carrera, 2000; Martín Gordillo y López Cerezo, 2000; Acevedo, 2001), pero exponemos aquí las ideas de Herschbach por estar fundamentadas en la existencia del conocimiento tecnológico y articuladas alrededor de cómo dicho conocimiento se construye y reconstruye en la escuela y en la sociedad.

aplican a la adquisición, uso y construcción del conocimiento tecnológico y de la técnica.” (Herschbach, 1995: 40). Sugiere el autor que los conocimientos tecnológicos –ya sean descriptivos, prescriptivos o tácitos- emanan de su conjunción con saberes propios de otros campos y que la tecnología proporciona una forma específica de integrar estos conocimientos en actividades de aprendizaje interdisciplinares tanto si están destinadas a la adquisición de tales conocimientos interdisciplinares como si persiguen finalidades más concretas. Tan convencido se muestra de sus argumentos que concluye *“la educación tecnológica no ha capitalizado probablemente su valor educativo potencial más importante, a saber, su carácter interdisciplinar”* (idem: 40).

Su proposición no resulta descabellada si analizamos cómo puede la tecnología contribuir a materializar la interdisciplinariedad en las aulas. Tomando las fórmulas de integración curricular que recoge Torres (1994), resulta que una de las dos formas tradicionales de integrar contenidos curriculares es el método didáctico paradigmático del área, el método de proyectos. En el resto de vías de integración expuestas por Torres la tecnología resulta relevante, tanto por su presencia central en las formas de integración que recoge el autor (integración a través de conceptos o procedimientos; a través de temas, tópicos o ideas; en torno a descubrimientos e inventos o a través de cuestiones de la vida práctica y diaria) como por las posibilidades de actuar de conector y cohesionador en la articulación de contenidos (correlacionando diversas disciplinas, sobre la base de instituciones y colectivos humanos o aglutinando contenidos de otras áreas afines).

También la Organización de Estados Iberoamericanos promueve una alternativa más globalizadora, desde la ciencia y la tecnología, para la organización curricular de las disciplinas académicas. Lo hace en la misma línea de interdisciplinariedad a que nos estamos refiriendo pero partiendo del enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Se trata de un enfoque ya experimentado en países de Europa y América, que permite un tratamiento integral de los conocimientos sociales, científicos y tecnológicos relacionados entre sí. Hasta el momento el movimiento CTS prioriza los contenidos relacionados con el desarrollo sostenible; con los impactos naturales, sociales y culturales de la tecnología y con las capacidades de análisis y crítica sobre los hechos e innovaciones tecnológicas. Tomando este enfoque como punto de partida la OEI se propone la adopción de una enseñanza activa basada en proyectos y centros de interés potenciadora de aprendizajes situados y comprensivos. Se abren así las puertas a un currículum ordenado alrededor de conocimientos situados que

“integren los aspectos cognitivos, valorativos, actitudinales y de desarrollo de habilidades y destrezas motoras” (OEI, 1998: 28)

Pero el debate sobre la oportunidad de un cambio de orientación curricular –que suponga pasar de un currículum disciplinar a otro integrado, global o interdisciplinar– no sólo aparece en la educación tecnológica. Se trata más bien de una controversia vigente, Calvo y Cascante (1999) y Travé y Pozuelos (1999), en los ámbitos de discusión educativa y curricular que cada vez cobra mayor fuerza. La cuestión resulta polémica en cuanto tras ella afloran cuestiones ideológicas, económicas y sociológicas en la línea que ya exponía hace unos años Layton (1994).

Desconocemos cuáles son las posibilidades reales de expansión y universalización de estas propuestas aunque el estancamiento curricular y metodológico dominante en las aulas nos lleva a aventurar que su materialización tan sólo se dará –si no se produce un cambio radical en algunas de las variables que afectan a la toma de decisiones políticas acerca del currículum– en situaciones de experimentación o de innovación curricular que tendrán un alcance limitado. A pesar de esta más que probable inmovilidad convenimos con Gagel (1997) que mientras la tecnología como tal siga evolucionando, la educación tecnológica y sus contenidos requerirán de constantes cambios aunque no seamos capaces de incorporarlos en los currícula académicos.

1.3 LA TECNOLOGÍA EN EL SISTEMA EDUCATIVO ESPAÑOL

Conocidos el origen, la presencia y las orientaciones de la tecnología fuera de nuestras fronteras exponemos en este apartado la particular trayectoria que, en nuestro país, ha seguido el desarrollo de la tecnología como área curricular. Lo hacemos mostrando los inicios y antecedentes del área, que se sitúan en la formulación de la Ley General de Educación de 1970, y recogiendo el tratamiento que tras la promulgación de la LOGSE se da a esta materia en la educación secundaria obligatoria (ESO).

1.3.1 Antecedentes en la Ley General de Educación de 1970

El primer intento enérgico de introducir la educación tecnológica en nuestro se produce con la Ley General de Educación (LGE). En ella se establece la Pretecnología como área curricular en la segunda etapa de la Educación General Básica (EGB). Por primera vez se define la educación en contenidos tecnológicos para toda la población escolar¹⁵. En concreto, chicos y chicas de 6º, 7º y 8º de EGB con edades comprendidas entre los 11 y los 14 años.

Pero la aparición de la Pretecnología no supuso en la práctica una innovación espectacular. Maduell y Puig (1975) y Martínez Garrido (1976) denuncian el escaso eco que tiene el área en los centros y apuntan a la poca voluntad de la administración educativa por impulsarla y a su desconocimiento dentro y fuera del sistema educativo. Este desconocimiento se debe, según apuntan dichos autores, a múltiples causas.

- Las ambigüedades de los programas promulgados desde el ministerio.
- La falta de tradición y de información sobre la materia.
- Un inexistente prestigio social.
- La tendencia a ofrecer una formación teorizante.
- La inexistencia de medios y recursos materiales en las escuelas.
- El mismo nombre con que se ha denominado a la materia.
- La escasa, o inexistente, formación del profesorado.

A estos motivos aún pueden agregarse las deficientes plantillas en los centros para cubrir la docencia en el área o las titulaciones de los profesores encargados de

¹⁵ Se entiende como formación obligatoria y generalizada. La presencia de la educación tecnológica, en sus niveles de formación técnica universitaria y de formación profesional y ocupacional, tiene una larga tradición en España durante todo el siglo XX y se inició ya en el siglo anterior.

Existe también otro precedente previo a la promulgación de la LGE, el Bachillerato Laboral. Anterior a dicha ley, no trataba los conocimientos tecnológicos desde una perspectiva de formación integral sino que *“le preocupaba más la vertiente profesional que la cultura técnica.”* (Acero y Aparicio, 1988: 115). Su orientación estaba alejada de las finalidades que se le vienen atribuyendo a la educación tecnológica.

impartirla. Amén de otro tipo de implicaciones políticas, sociales o económicas según manifiesta Martínez Garrido (1976).

Posteriormente otros autores también han apuntado al mismo tipo de causas para entender el fracaso de la Pretecnología en la EGB. Para García Garrido (1987) la falta de medios y recursos de todo tipo -físicos, materiales, humanos- hipotecó desde un primer momento el desarrollo y crecimiento de las enseñanzas tecnológicas en el nivel primario.

El estado de indefinición creado con la Pretecnología y las críticas volcadas hacia el Ministerio de Educación y Ciencia provoca que se hagan serios esfuerzos para transformar la situación de ignominia y desprestigio en que se había sumido el área. Dichos esfuerzos desembocan en la creación de un grupo de trabajo integrado por miembros del MEC, del ICE de la U.P.C. de Madrid y por profesionales y expertos que redactan el documento "La educación tecnológica en la E.G.B." (VVAA, 1979) ampliamente difundido a nivel institucional¹⁶.

En dicha publicación se proporcionan orientaciones específicas sobre los contenidos y metodologías y se establecen objetivos y niveles básicos de referencia que concretaban los logros a alcanzar. También se orienta acerca de las formas de evaluación, se promulgan ejemplos de unidades didácticas y se ofrecen relaciones extensas de medios y recursos bibliográficos.

De él destacamos los objetivos pretendidos desde la Pretecnología que están referidos al desarrollo de capacidades (de observación, de análisis, de pensamiento lógico y de creatividad, de comunicación, de aplicación de conocimientos, de valoración y autocrítica), de habilidades (en el uso de materiales y herramientas, manejo y montaje-desmontaje de aparatos y objetos y construcción en la resolución de problemas) y métodos, hábitos y técnicas de trabajo (relativos a la planificación, a los procesos, al cumplimiento de normas, a la modificación de propuestas, a la evaluación del propio trabajo y al uso del trabajo en grupo). Es interesante esta formulación en cuanto concluyen que del logro de tales objetivos se desprende *"una serie de ACTITUDES individuales y sociales, despertando el interés hacia el mundo TECNOLÓGICO, LABORAL Y DE LA INVESTIGACIÓN TÉCNICA, así como la MOTIVACIÓN hacia*

¹⁶ Los efectos de ésta y otras iniciativas parecidas no suponen, desafortunadamente, un cambio patente de la situación. Hay que esperar hasta la vigente Reforma Educativa para que se produzca otro intento serio de renovación.

trabajos grupales y las soluciones técnicas de carácter divergente o creativo" (VVAA, 1979:11).

Este interés por difundir la educación tecnológica se traduce en otra iniciativa que, intentado transferir experiencias similares desarrolladas en otros países, iba destinada a los alumnos que cursaban el Bachillerato Unificado Polivalente (BUP). Como recogen Acero y Aparicio (1988) las Enseñanzas y Actividades Técnico-Profesionales (EATP) se perfilaron entre los años 1971 y 1973 como un intento de introducir la cultura tecnológica en los institutos de enseñanzas medias. En su definición inicial se establece que su finalidad última es la de *"contribuir al desarrollo completo y equilibrado de la personalidad del alumno, mediante el cultivo de capacidades de interpretación y utilización práctica de sus propios conocimientos y habilidades."* (Acero y Aparicio, 1988: 116). Las EATPs se regulan finalmente en 1975 con programas y orientaciones metodológicas en siete especialidades distintas: industrias de la alimentación, electricidad, electrónica, mecánica, comercio, diseño y técnicas del hogar.

El análisis de J.Manzano y otros autores (Manzano y otros,1984) sobre la implantación de las EATPs señala la ausencia de espacios físicos, de materiales, de profesorado específico y la escasez horaria como causas de dicho fracaso. Pero no sólo puede atribuirse el fracaso a la ausencia de recursos. La ignorancia, incluso desprecio, a que fueron sometidas las EATPs en muchos centros, junto con la falta de una concepción clara por parte del profesorado de su significado e importancia en la formación pueden apreciarse en el origen del decepcionante final. Pero para Acero y Aparicio no se trata de un fracaso dado que las EATPs nunca entraron en vigor manteniendo su concepción inicial.

A pesar de esta valoración si que predomina la sensación que de nuevo, el intento de promover la educación tecnológica, en este caso como EATPs en el BUP, se convierte en una irrefutable muestra de la incapacidad de la administración para dar cabida a esta novedosa materia en el sistema educativo¹⁷.

¹⁷ El tono derrotista y catastrofista con que ha sido redactado este subapartado reproduce el que se encuentra en la literatura. A pesar de ello es justo reconocer que la profesionalidad de maestros de escuela y profesores de instituto hicieron posible la coexistencia de este panorama desolador con brillantes iniciativas y experiencias. En ellas se pusieron de manifiesto las ingentes posibilidades de materializar una educación tecnológica motivadora, dinámica y participativa en el marco de la difusión de la cultura tecnológica promovida desde hacía cuatrocientos años.

1.3.2 La Tecnología en la LOGSE

A pesar de la frustrante experiencia de los años setenta y principios de los ochenta siguen los esfuerzos por dibujar una materia que abordara, como ocurría en otros países europeos, los conocimientos tecnológicos en las escuelas.

Son muestra de este interés distintas iniciativas promovidas desde el Ministerio de Educación y Ciencia. Una de ellas es el Simposio sobre "La integración de la Educación Tecnológica en la enseñanza obligatoria: Por una formación polivalente" (MEC, 1986) celebrado durante 1984. Otra, en la antesala de la Reforma Educativa es el "Proyecto para la reforma de la enseñanza" (MEC, 1987) donde se expresa la intención de incluir contenidos de carácter tecnológico en la primera etapa de la ESO. En dicho Proyecto se establece una posible articulación de áreas, entre las que se encuentra bajo un ambiguo término de *"talleres y módulos prácticos y/o pre-profesionales"* una amplia diversidad de contenidos, como: madera, electricidad, medios audiovisuales, metal, cocina, jardinería y dibujo técnico entre otros. Posteriormente en el "Libro Blanco para la Reforma del Sistema Educativo" (MEC, 1988) se habla ya de la tecnología como área de la citada etapa educativa.

Con la aparición en 1989 del "Diseño Curricular Base" (MEC, 1989) se define con mayor profundidad el área al justificar su necesidad de implantación y una formulación más detallada de los objetivos y contenidos que le corresponde atender. Destacamos algunos de los motivos que justifican la presencia del área en la educación obligatoria con objeto de facilitar la comprensión acerca del porqué de esta innovación curricular.

1. El valor educativo general que comporta la formación tecnológica y que se traduce en una apertura de horizontes, incremento de la autonomía personal y corrección de las desigualdades entre sexos.
2. La incidencia del quehacer tecnológico en la transformación del propio medio.
3. La situación en que se encuentra la sociedad actual de inmersión en un entorno tecnológico que le impone constantes innovaciones y cambios que afectan a todos su ámbitos.
4. La necesidad de dar respuesta a dicha situación desde el propio sistema educativo, proporcionando las claves necesarias para comprender la tecnología.

Dichos planteamientos toman carácter definitivo con la promulgación en 1990 de la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (MEC, 1990) y la legislación que posteriormente desarrolla la ley. De esta legislación citamos, por su interés para el presente estudio, el R.D.1007/1991 (B.O.E. de 26-06-91) por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria para todo el estado español.

Partiendo de estas enseñanzas mínimas fueron las Comunidades Autónomas con competencias educativas transferidas las encargadas de elaborar los diseños curriculares del área que habían de servir de referencia, a su vez, para la elaboración de los proyectos curriculares en cada centro. En el capítulo tercero incluimos un exhaustivo repaso de los contenidos adoptados para el área en dichas comunidades autónomas. Pero anticipamos ya la generalizada confluencia en seleccionar unos contenidos similares en casi todas las comunidades autónomas a excepción de Cataluña, (consultar 3.1 para verificar estas similitudes y divergencias).

La reciente promulgación (R.D. 3473/2000 en BOE de 16-01-01) de contenidos mínimos en las enseñanzas tecnológicas, y en el resto de áreas de la educación secundaria (ESO y Bachillerato), introduce un cambio significativo en los diseños y proyectos curriculares que de dicha normativa tendrán que derivarse. Una primera modificación se observa en los objetivos generales de etapa y se traduce en un cambio significativo al considerar todos los contenidos agrupados en nueve áreas conceptuales: materiales de uso técnico; técnicas de expresión y comunicación gráfica; estructuras y mecanismos; electricidad y electrónica; tecnologías de la información; Internet y comunidades virtuales; tecnología y sociedad; energía y su transformación; control y robótica.

Si bien se trata de una propuesta razonable en cuanto permite promover la recurrencia en los contenidos, a modo de las formulaciones propuestas por los teóricos de la elaboración, supone una regresión respecto a la flexibilidad curricular emanada de la LOGSE. Un primer análisis de este real decreto nos permite observar cómo se obvian todo tipo de contenidos a excepción de los conceptuales, entrando en una clara contradicción en el momento de establecer los criterios de evaluación para cada curso de la ESO. Mientras que los contenidos prescritos son siempre de tipo conceptual los criterios de evaluación están referidos mayoritariamente a aprendizajes de tipo

procedimental¹⁸. Esta disparidad supone, en la práctica, una indeterminación curricular que bien puede calificarse de paradójica y extravagante al tiempo que denota una preocupante incoherencia de postulados. También resulta preocupante la orientación que toma el currículum de la tecnología ESO hacia un enfoque de alta tecnología según lo define De Vries (ver en este mismo capítulo 1.2.1) negando un tratamiento de la tecnología en la perspectiva de difusión de cultura tecnológica en la línea definida por Gilbert de "educación en tecnología" (consultar el mismo apartado) que comporta una visión más amplia e integradora de la diversidad de realidades que suscita la presencia de la tecnología en la sociedad.

A diferencia de lo ocurrido con la Pretecnología, y a pesar de las dificultades para su consolidación en el sistema educativo (Astigarraga, 1999; Carrera, 2000), todos los indicadores permiten pensar que la tecnología tiene asegurada su presencia en la enseñanza obligatoria. Entre dichos indicadores destacamos la creación de un cuerpo de profesores de tecnología, la dotación de recursos espaciales y materiales a los centros (estas dotaciones varían de una autonomías a otras pero en mayor o menor grado están presentes) y una formación específica del profesorado (aunque en muchos casos pueda considerarse exigua)¹⁹.

La LOGSE, en su intento de actualizar y adaptar los currículums a las nuevas demandas y realidades sociales, diversifica la formación secundaria postobligatoria con la introducción de cuatro modalidades distintas de bachillerato siendo una de ellas la de Tecnología. Con esta apuesta se reconoce explícitamente el olvido en que se han visto sumidos los conocimientos tecnológicos en nuestro sistema educativo y se intenta remediar parte de los desajustes existentes entre la escuela y la sociedad.

El llamado bachillerato tecnológico incluye, junto con las matemáticas, una serie de materias de modalidad de carácter científico (física, física y química) y otras de orientación técnica y tecnológica (dibujo técnico, electrotecnia, mecánica, tecnología industrial. Se completa este despliegue curricular con la posibilidad de cursar otras

¹⁸ Esta disparidad tiene relación directa con el objeto de estudio de esta investigación: los contenidos procedimentales. Más allá de denunciar el desatino promovido por el legislador esta nueva normativa evidencia la importancia de los procedimientos como contenido esencial del área. Los criterios de evaluación propugnados están referidos, mayoritariamente, a aprendizajes procedimentales asociados a las nueve áreas conceptuales definidas.

¹⁹ Otros indicadores que evidencian esta situación son el mayor conocimiento que existe por parte de la sociedad acerca de la materia y la edición de publicaciones sobre la temática, especialmente en libros de texto. Aunque quizás la más determinante sea la cada vez mayor presencia de la tecnología en la sociedad.

materias optativas, dentro de la modalidad de tecnología, con marcado carácter técnico (informática o electrónica) y empresarial (economía o formación laboral).

1.4 ¿QUÉ ES LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA?

En los apartados precedentes hemos tratado de ofrecer una visión panorámica de la presencia de la tecnología en la educación. Pero, aún conociendo los enfoques que toma en la práctica educativa, nos queda por mostrar el significado –o significados– inherentes al vocablo.

En nuestro estudio nos interesa diferenciar entre el significado de “tecnología” y el que se le da cuando se emplea en educación. Revisamos a continuación estos significados y el de educación tecnológica, expresión que consideramos especialmente indicada para referirnos a la tecnología como disciplina académica y área curricular. Pero coincidimos con Gilbert en manifestar la dificultad que entraña la tarea pues *“si no existe una definición de la tecnología que sea universalmente aceptada mucho menos habrá una para la educación tecnológica”* (Gilbert, 1995: 15).

1.4.1 Significados de tecnología

Walencik (1991) pone de manifiesto la pluralidad de acepciones con que puede emplearse el término de tecnología, como evidencia el hecho de que encontrará más de 300 definiciones para referirse a ella. Ante esta diversidad vamos a centrar nuestra atención sólo en aquellos significados de tecnología que resulten relevantes para nuestro estudio.

Remontándonos hasta la cultura griega encontramos que en ella no se hacía una distinción clara entre técnica y arte. La *téchne* era entendida como un arte, una destreza en la realización de un quehacer determinado. La aplicación de reglas para conseguir algo es la principal característica de la *téchne*. Existía en Grecia una *téchne* del gobierno o arte de gobernar, una *téchne* de la navegación o arte de navegar o, entre otras artes, una *téchne* de la enseñanza o arte de la enseñanza.

Para Heródoto *téchne* significa un saber hacer de forma eficaz. Platón le atribuye el significado de realización material y concreta de algo. Es Aristóteles quien profundiza en la conceptualización de la *téchne* al diferenciarla de la *physis* y relacionarla con la *epistéme*²⁰. Al diferenciarla de la *physis* la distancia de la mera producción física o del simple hacer. Al relacionarla con la *epistéme* la acerca al conocimiento racional y al pensamiento puro. Entre *physis* y *epistéme* se sitúa la *téchne* como un saber práctico que tiende a un fin concreto.

Este concepto sigue vigente hasta que Francis Bacon construye en la *Nueva Atlántida* una sociedad utópica que avanza en función de los adelantos técnicos y no de las transformaciones sociopolíticas. Bacon establece así un sentido más cercano al que se da actualmente a la técnica y a la tecnología al destacar su contribución al progreso y bienes de los hombres. También anticipa una idea que sería recogida con fuerza durante la Ilustración. La necesidad de hacer útil el conocimiento y de poner la ciencia al servicio de la tecnología para ayudar al hombre en el dominio de la naturaleza.

Con la Ilustración, y de la mano de los enciclopedistas franceses que prestan una gran atención a los saberes técnicos, surge una nueva dimensión de la tecnología que la relaciona con la ciencia. La técnica hace uso del conocimiento científico y le da una aplicación práctica²¹ poniéndose al servicio del hombre como palanca del progreso humano. Este progreso llega con la Revolución Industrial, verdadero hito de la evolución tecnológica. Es un período de gran producción técnica y de un fuerte impacto social y económico, pero que no introduce nuevas interpretaciones al concepto de tecnología. Se reafirma, en todo caso, la tecnología al servicio del hombre y su contribución en la mejora de la calidad de vida y se implanta la producción industrial con el uso de maquinaria.

Es durante el siglo XX cuando se da una expansión conceptual al término tecnología, coincidiendo con la aceptación de la tecnología como objeto de estudio para filósofos y pensadores de distinta orientación. Es un momento en que la tecnología se concibe como un valor en sí misma y como uno de los determinantes de las sociedades

²⁰ *Physis* puede traducirse como potencia, fuerza, habilidad innata o temperamento, pero siempre hace referencia a "todo cuanto hay" en la naturaleza de una persona. *Epistéme* significa conocimiento, saber teórico.

²¹ Esta visión no puede generalizarse abiertamente. En muchos momentos de la historia los conocimientos científicos han surgido del estudio sistemático de los avances técnicos. La máquina de vapor es un caso ilustrativo. Los principios de la termodinámica no fueron establecidos hasta mitades del s.XIX cuando la máquina de vapor era de uso generalizado. Tampoco los proyectiles esperaron a la cinemática para evolucionar hacia formas redondeadas que los hicieran más efectivos.

actuales. También es un momento en que fluyen distintas visiones sobre su significado.

Skolimowski opta por una visión artefactualista, quizás la más tradicional y populista, de la tecnología. Sancho (1994:19) recoge esta acepción de la tecnología:

"en la Tecnología producimos artefactos; proporcionamos medios para construir objetos según nuestras especificaciones."

Rosenblueth (1980:206) también opta por esta visión de tecnología orientada a la práctica y, como otros autores, destaca la relación de carácter aplicativo entre ciencia y tecnología. Una tecnología es tal cuando *"es compatible con la ciencia coetánea y controlable por el método científico, y se la emplea para controlar, transformar o crear cosas o procesos naturales o sociales"*.

Bunge también participa de esta concepción de tecnología como ciencia aplicada, si bien en otros momentos confiere a la tecnología un estatus distinto. Bunge hace, en realidad, varias interpretaciones de la tecnología. En obras como *"Contributions to a Philosophy of Technology"* (Rapp, 1974) o *"La investigación científica"* (Bunge, 1979) ve la tecnología como ciencia aplicada, mientras que en *"La Ciencia. Su método y su filosofía"* (Bunge, 1981) habla de la tecnología como teoría de la técnica. Esta nueva percepción, compartida por Colom (1986) y Ferrández y Sarramona (1987) sitúa a la tecnología como fruto de la reflexión teórica que se da cuando el hombre intenta resolver mediante la aplicación de técnicas situaciones problemáticas concretas. Así pues, la cualidad teórica, conceptual es una característica fundamental de la tecnología que, además, propicia nuevos problemas y campos de acción a la ciencia.

Hemos destacado hasta el momento la posición de la tecnología con relación a la técnica y la ciencia. Pero la tecnología tiene lugar en sitios y momentos concretos. Resulta imposible disociar tecnología de las coordenadas espacio-temporales donde se manifiesta. Existe por tanto otra conceptualización más amplia de tecnología cuando se enlaza con los contextos sociales, naturales, culturales, políticos y económicos donde se produce. Fernández(1991) recoge bien esta complementariedad al considerar la tecnología como la suma de técnica, conocimiento tecnológico y contexto sociotécnico en que la especie humana desarrolla su actividad. Esta preocupación por enlazar tecnología y realidad social es una vieja preocupación que

aparece ya en Mumford en 1934²² cuando se plantea la neutralidad de la técnica, que siguen otros autores como Mitchan (1989) o Pacey (1990) y que en la actualidad, bajo el paradigma de la sostenibilidad, está derivando en nuevos planteamientos sobre la compatibilidad entre el desarrollismo tecnológico, la sociedad y la naturaleza. Esta tesis de la tecnología como contribución al progreso humano respetando y conservando el patrimonio cultural, social y natural junto a la corrección de los endémicos desequilibrios sociales está hoy en plena discusión y materialización.

Volviendo a la tecnología como conjunto de conocimientos, para Bunge un cuerpo de conocimientos es una tecnología si cumple con estos dos requisitos:

- " 1. Ser compatible con la ciencia y estar controlado por el método científico.
2. Se emplee para controlar, transformar o crear cosas o procesos naturales o sociales." (Bunge, 1980: 206)

Bajo estos criterios pueden considerarse como tecnologías todas aquellas disciplinas orientadas a la práctica siempre y cuando apliquen el método científico. Sería el caso de la Economía, la Sociología o la Pedagogía cuando se interpretan como tecnologías sociales y no como ciencias. Esta acepción amplia de la tecnología entronca con la que Ernst Kapp da en 1877 en "*Fundamentos de una Filosofía de la Técnica*", primera obra dedicada íntegramente al estudio filosófico de la técnica. Ya en ella Kapp intenta legitimar y extrapolar el desarrollo tecnológico a otros ámbitos no vinculados directamente a la tecnología. Las clasificaciones que discriminan entre tipos distintos de tecnologías en función de los objetos que tratan son una muestra de la extensión conceptual de la tecnología. Así por ejemplo encontramos que Foucault (1990) distingue entre tecnologías de la producción, simbólicas, de poder y del yo; mientras que Álvarez, Martínez y Méndez (1993) hablan de tecnologías artefactuales, organizativas, simbólicas y de las biotecnologías.

Ante esta encrucijada de acción y conocimiento que distingue a la tecnología de la ciencia o el pensamiento puro, vemos la tecnología, el saber tecnológico como un acervo de conocimientos sistematizados sobre las realizaciones físicas, simbólicas, organizativas de la tecnología que han sido avalados por la investigación y por su expansión social. Esta caracterización se completa diciendo que el saber tecnológico está orientado a la acción, en cuanto da respuestas factuales a las situaciones que le

²² Año en que Lewis Mumford publica por primera vez "*Technics and Civilization*" que aparece citada en la bibliografía en su edición castellana de 1971.

ocupan, y al futuro en cuanto se plantea nuevos retos que exigen aplicar los conocimientos disponibles y desarrollar creativamente respuestas adecuadas.

1.4.2 Significados actuales en educación

Con manifiesta lentitud y escasa convicción la tecnología también se ha abierto paso en el ámbito educativo. Lo ha hecho en momentos distintos y con concepciones y enfoques también distintos. Si indagamos cuál es la situación actual encontraremos dos grandes significados para la tecnología en educación²³. El primero enlaza con la progresiva implantación de la Tecnología Educativa y el segundo deriva de la introducción de la tecnología como materia curricular en las enseñanzas obligatorias. Esta distinción nos permite desentrañar la confusión que hay, incluso entre los profesionales, cuando se habla de tecnología en educación.

En el primer caso nos referimos a los primeros usos que ha tenido la expresión Tecnología Educativa en educación. Como recoge Cabero (1999) son múltiples las concepciones, y más las definiciones, que se han hecho de la Tecnología Educativa en nuestro país desde que se inició su introducción en la década de los sesenta. Una de las orientaciones la contempla como los procesos de diseño y aplicación del acto didáctico mediante el empleo de máquinas, que incluso pudieran llevar a la automatización de la enseñanza. La transferencia y uso de los medios, especialmente audiovisuales e informáticos, es otro de los espacios tradicionales de la Tecnología Educativa. Como también lo es cuando se considera que su campo de actuación se circunscribe al diseño de la instrucción y de las situaciones de aprendizaje que se dan en el aula.

Estas son las conceptualizaciones más usuales. Pero en realidad existe una amalgama de enfoques y orientaciones que no siempre presentan límites nítidos, sino que se solapan y complementan entre sí. En la tabla 1.4 incluimos una síntesis – basada en un trabajo reciente del autor (Carrera, 1999a)- sobre los principales significados adoptados por la tecnología educativa.

²³ El profesor Andrade (1994) considera que la educación tecnológica puede verse con cuatro grandes significados: *“como una actualización de la educación técnica; como las aplicaciones educativas a los ordenadores, como una rama más nueva de la tecnología educativa; y como una nueva dimensión de la educación en una era tecnolozada”* (1994: 80). Nosotros adoptamos sólo dos grandes significados pues en ellos quedan integrados los cuatro que contempla Andrade.

En el segundo caso se habla de tecnología para referirse al área o materia que desde la década de los setenta se viene implantando en las enseñanzas obligatorias de los sistemas educativos de distintos países, especialmente en los más desarrollados tecnológicamente. Este uso es el que ocupa nos ocupa en este trabajo de investigación y en él centraremos nuestra atención a continuación.

Utilización de medios	Visión original, aún vigente, que contempla la utilización de medios como elemento de mejora de la enseñanza. En unión con el enfoque de diseño instruccional los medios son instrumentos que hacen posible la automatización de la enseñanza. Se corresponde con la Tecnología en la Educación.
Planificación sistemática	Concepción sistémica de la Tecnología Educativa que plantea el diseño, aplicación y evaluación de los procesos educativos en aras a superar de forma eficaz las problemáticas que afectan a la educación. Se sitúa dentro de la Tecnología de la Educación.
Diseño instruccional	Enfoque centrado en la enseñanza-aprendizaje de los contenidos que desarrolla soluciones dirigidas a promover situaciones de aprendizaje efectivo bajo control. Ocupa el campo de la Tecnología Instruccional o Tecnología de la Enseñanza.
Comunicación didáctica	Énfasis en interpretar la Tecnología Educativa como contribución a la mejora de los procesos de comunicación que se dan en el acto didáctico, considerando en especial los mensajes que se producen. Ocupa un espacio propio dentro de la Tecnología de la Educación.
Teoría educativa	La educación se ve como una tecnología hasta el punto que se plantea la posibilidad de que la Tecnología Educativa ofrezca toda una teoría de la educación de corte supradisciplinar.
Perspectiva crítica	Desmitificación de medios e instrumentos tecnológicos como elementos de mejora educativa "per se" y planteamiento reflexivo y crítico del tratamiento que han de tener las tecnologías en la educación.

Tabla 1.4 Síntesis de significados de la tecnología educativa

1.4.3 Significado de educación tecnológica

Antes de acercarnos a los significados con que se emplea el término educación tecnológica nos referimos a dos cuestiones que consideramos previas.

La primera es la reconocida multiplicidad de términos que se emplean como sinónimos de educación tecnológica o con que se conoce a ésta como materia curricular cursada en la enseñanza no universitaria. Fensham (1992) recoge las expresiones de educación técnica, artes industriales, educación ocupacional, técnicas generales y educación vocacional. Pero no son las únicas. También podemos encontrarnos con

educación en tecnología, estudios tecnológicos, diseño y tecnología, alfabetización tecnológica o tecnología. Ante toda esta disparidad terminológica consideramos la de educación tecnológica como más idónea por las siguientes razones.

1. Todos los términos recogidos se corresponden con el nombre que se da a la educación tecnológica como área curricular en la escolaridad obligatoria.
2. Su uso mayoritario en los informes, investigaciones, publicaciones y literatura en general que trata sobre la temática propia de la educación tecnológica.
3. Ser la única expresión, de todas las recogidas, reconocida y de empleo común en todos los países y foros donde se habla de la tecnología en la educación con el significado que recogemos más adelante.
4. Ser capaz de aglutinar el significado con que se emplean el resto de términos enunciados.
5. Evitarse con su empleo las confusiones que pueden derivarse del uso de otras expresiones más ambiguas o con demasiadas acepciones (como ocurre con la palabra tecnología).

La segunda cuestión a que aludíamos hace referencia a la identificación de los distintos niveles en que se circunscribe la práctica de la educación tecnológica. Consideramos que son tres los niveles donde debe situarse esta práctica.

1. Educación general. Ya sea en la educación infantil, primaria o secundaria; o bien en cualquier otro espacio de educación no formal siempre y cuando la finalidad última esté relacionada con una educación tecnológica para todos.
2. Formación profesional. Tanto la recibida en el sistema educativo reglado (formación profesional de base, especializada y formación ocupacional) como la recibida en el desempeño de la actividad laboral (formación permanente y continuada).
3. Formación universitaria. Formación técnica especializada que se proporciona en las universidades.²⁴

²⁴ Gómez Campo (1995) desarrolla ampliamente en su obra este nivel superior de la educación tecnológica. La de Argüelles (1998) incluye también una magnífica exposición sobre el nivel anterior, de formación profesional, en distintos países del mundo.

Nuestra investigación se circunscribe, si revisamos el objeto de nuestro estudio (ver introducción), al primer nivel de educación general.

A pesar del uso mayoritario de la expresión “educación tecnológica” no se han hecho aún esfuerzos suficientes para acortar semánticamente su significado. En lugar de elaborar constructos proposicionales que definan qué es la educación tecnológica es habitual encontrarse con discursos argumentativos sobre su traducción práctica escolar o exposiciones amplias sobre su alcance, ello cuando no se cae en el error de hablar de tecnología en lugar de educación tecnológica²⁵.

Ante esta dificultad, ya esbozada al iniciar este apartado, optamos por mostrar la primera manifestación sobre educación tecnológica hecha en Europa y ofrecer las definiciones más interesantes que hemos recopilado sobre educación tecnológica. Tras analizar y comentar todo este substrato teórico elaboramos nuestra propia aproximación al significado de educación tecnológica, a modo de síntesis de este subapartado.

Las Jornadas sobre educación tecnológica organizadas por el Centro Internacional de Estudios Pedagógicos de Sèvres culminaron perfilando las vías que debía adoptar esta disciplina en el futuro:

“a.-La tecnología como un lenguaje. De igual modo que las matemáticas, la tecnología del primer ciclo (secundaria obligatoria), en lo referente a la forma de expresión se basa en el dibujo acotado (con medidas), con sus convenciones, sus reglas y sus combinaciones lógicas.

b.-La tecnología como una disciplina de construcción. Después del análisis y la síntesis para resolver una necesidad, se hace el proyecto (propuesta previa a la acción), para pasar a una posterior construcción del objeto solución.

c.-La tecnología como una ciencia. El razonamiento tecnológico coincide con el razonamiento científico. Partiendo de la observación objetiva, se utiliza la medida y sus correcciones, se avanza por sucesivas fase y se obtiene una visión general del fenómeno analizado. La tecnología por sus métodos de análisis y de síntesis es capaz de establecer vínculos entre la física, las matemáticas... y despertar la curiosidad y las aptitudes de los alumnos hacia las ciencias experimentales.

²⁵ Es comprensible esta falta de definición si pensamos en su reciente aparición en el sistema educativo. Esta novedad hace que la disciplina se encuentre –de momento- en una fase de redefinición casi permanente como señalan (Layton, 1994b) y Patterson (1994).

d.-La tecnología como medio de cultura. Es un medio de cultura en el sentido en que lo entendía Valéry, es decir un medio de situarse en relación con el mundo moderno en los aspectos técnicos y humanos que caracterizan nuestra civilización” (Consejo de Europa, 1969 ut.por Muñoz, 1993:65-66).

Con esta línea de orientación curricular y con otras de formulación de intenciones, descripción de objetos, concreción curricular o de implementación en las aulas encontramos otros intentos de delimitación del significado de la educación tecnológica; (Averbuj, 1988; Fernández, 1991; Black y Harrison, 1994; Fensham y Gardner, 1994; Layton, 1994b; Martinand, 1995a; Gilbert, 1995; Morgan, 1996; Franssen, 1996). En lugar de ahondar en esta amalgama de propuestas –sesgadas casi siempre en función de la nacionalidad de sus autores- nos ocupamos de las escasas, pero meritorias, definiciones que intentan concretar un significado preciso para la educación tecnológica.

Martínez Garrido (1986)	<i>“Por ‘educación tecnológica’ se entiende, en los países europeos, una actividad docente sobre temas tecnológicos destinados a los alumnos de 10 a 16 años aproximadamente...estudia la tecnología como un proceso intelectual deductivo que selecciona y coordina aquellos acontecimientos y datos que resultan pertinentes para la consecución de un fin, generalmente la solución a un problema o necesidad existente con anterioridad.” (1986: 15)</i>
Somerset (1990)	<i>“Es esencialmente una actividad práctica, preocupa por desarrollar la confianza de los alumnos a la hora de afrontar una gran variedad de cuestiones y basada en una amplia base de conocimiento y habilidades. Se desarrolla en respuesta a necesidades y oportunidades percibidas, tiene lugar dentro de un contexto de limitaciones específicas, depende de juicios de valor en cada casi estadio y permite que el individuo intervenga para modificar y mejorar su entorno” (Somerset, 1990 ut.por Doherty y otros, 1994: 113).</i>
Deforge (1993)	<i>“La educación tecnológica tiene por objetivo poner a disposición de los alumnos de ciclo medio de la enseñanza obligatoria (hasta los 14-16 años en principio) las herramientas de comprensión y acción sobre el mundo actual y futuro.” (1993: 41)</i>
National Curriculum Council (NCC,1993)	<i>“Es la aplicación creativa del conocimiento, habilidades y comprensión, para diseñar y construir buenos productos de calidad”. (NCC, 1993 ut.por Eggleston, 1996: 24)</i>
Rodríguez de Fraga (1996a)	<i>“Tiene como objeto de estudio al conocimiento de las técnicas, de sus relaciones mutuas más destacadas y de sus procesos de constitución. Y propone, como herramienta metodológica, el análisis de la acción infantil en contextos de resolución de problemas” (1996: 38)</i>
Gay y Ferreras (1996)	<i>“La educación tecnológica es una disciplina dentro del quehacer educativo que enfoca las relaciones del hombre con el mundo (natural y artificial), pero centrándose en el mundo artificial. Lo específico de esta disciplina es la comprensión crítica del mundo artificial;esto implica reconocer los tipos de</i>

	<i>problemas que están dentro del campo de la tecnología, la particular forma de abordarlos y la finalidad que guía esta disciplina, y además comprender cómo se genera y cómo evoluciona el mundo artificial.” (1996:18-19)</i>
Ministerio de Educación Nacional (MEN1996)	<i>“La Educación en Tecnología se asume como el proceso permanente y continuo de adquisición y transformación de los conocimientos, valores y destrezas inherentes al diseño y producción de artefactos, procedimientos y sistemas tecnológicos. Apunta a preparar a las personas en la comprensión, uso y aplicación racional de la tecnología para la satisfacción de las necesidades individuales y sociales.”(Equipo de Tecnología del MEN 1996: 38-39)</i>
Fainholc (1996)	<i>“Hablamos de educación tecnológica como la generación y consecución de una clase espíritu ligado a una 'cultura, habilidades y competencias tecnológicas'. Estas consisten en: 1. Conseguir conocimiento (saber), y práctica (actuar o hacer) en tecnología, saber cómo hacer (o desarrollar competencias generales y específicas), desarrollar la apertura de las personas así como actitudes flexibles; 2. Ganar y llevar a cabo una visión amplia y holística como un intercambio críticamente ético (no sólo cognitivo), entre las personas y el mundo (natural y artificial); 3. Adecuar una 'mentalidad tecnológica', ligada a procesos reflexivos y críticos referentes a saber cómo, porqué, para qué, cuando, para quién. (Fainholc, 1996: S1-53)</i>
Aguayo y Lama (1998)	<i>“Por educación tecnológica podemos entender el proceso a través del cual se adquiere un acervo de capacidades que posibilitan el análisis y la comprensión del ambiente tecnológico, su creación, construcción y transformación para satisfacer un conjunto de necesidades de forma óptima y en equilibrio con la cultura y el medio ambiente natural.” (1998:3)</i>

Tabla 1.5 Recopilación de definiciones de educación tecnológica

Todas las definiciones recogidas intentan delimitar el significado de la educación tecnológica como una disciplina o materia académica en los sistemas educativos para contribuir a la educación general de las personas; incluso el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (Equipo de Tecnología del MEN, 1996) amplía su duración temporal al considerarla como un proceso permanente y continuo. Dicha contribución se caracteriza por²⁶:

- Su carácter procesual, entendido como proceso de aprendizaje en el que intervienen cognición, acción y valoración.
- Operar con conocimientos tecnológicos, especialmente los relacionados con técnicas, habilidades y competencias generales y específicas.
- Disponer de una elevada componente práctica aplicada a la resolución de problemas como vía de adquisición de dichos conocimientos y de aplicación de

²⁶ Características más relevantes que extraemos de las definiciones recogidas atendiendo a su reiteración en distintos enunciados y a su significatividad.

la propia creatividad en problemas definidos o percibidos desde el propio entorno.

- Potenciar la comprensión tecnológica del mundo, actual y futuro, considerando el medio natural y social donde se desarrolla (incluso desde una visión crítica).

Compartimos el carácter que estos autores atribuyen a la educación tecnológica y convenimos con ellos que siendo la finalidad de la educación tecnológica contribuir a la formación integral de la persona, en un proceso que abarca toda su existencia vital, ha de ocuparse de promover –operando con el conocimiento tecnológico- el desarrollo de herramientas cognitivas y de acción que le permitan desenvolverse y adaptarse autónoma, ética y críticamente como individuo en una sociedad tecnológica en continuo cambio.

1.4.3.1 Qué no es educación tecnológica

Otra forma de precisar aún más el significado de la educación tecnológica es delimitando aquellas orientaciones y finalidades que no le corresponden. Es lo que han hecho autores como Averbuj (1988), Font (1995) y Gay (1996) que nos advierten del peligro de reducir y sesgar en las aulas la amplitud y significatividad propia de la educación tecnológica. De sus aportaciones concluimos que la educación tecnológica NO ES:

- Una formación pre o profesionalizadora pues en ella no se pretende preparar profesionalmente en ninguna tecnología determinada. A pesar de ello permite desarrollar algunas competencias profesionales –especialmente metodológicas, sociales y participativas atendiendo a la distinción de Bunk (1994)- muy valoradas en el mercado laboral.
- Un área de manualidades, aunque potencia el desarrollo de destrezas y habilidades manuales y manipulativas relacionadas con técnicas artesanales o industriales específicas.
- Un complemento ni una extensión de las ciencias experimentales donde es posible ejemplificar contenidos teóricos de la ciencia. Esta distinción no ha de llevarnos al olvido de la complementariedad y las relaciones, interrelaciones estrechas, que

existen entre ciencia y tecnología y que llevan a identificar el espacio que comparten como tecnociencia (Riera, 1994; Moya 1998).

- Una modalidad de expresión plástica. Aunque la tecnología lleve asociada la construcción de objetos donde están presentes un componente técnico y otro estético, no es prioritaria la creatividad artística sino la funcional, que permite resolver el problema planteado.
- Un área de carácter compensatorio que atienda prioritariamente a los alumnos con dificultades de escolarización y/o aprendizaje. Es cierto que el área despierta, en general, un elevado interés entre los alumnos con dificultades para seguir una escolarización normalizada. Por ello ha de aprovecharse su capacidad motivadora, aunque no ha de hacerlo de forma exclusiva (todas las áreas curriculares pueden desarrollar estrategias compensatorias) ni renunciado a incidir en el resto de alumnado.
- Un área exclusivamente conceptual. El conocimiento tecnológico –como veremos en el capítulo cuarto- no se restringe a conocimientos de tipo declarativo sino que tiene en el conocimiento procedimental una importante fuente de todo el saber que atesora. Este tipo de consideración restrictiva se traduce en el aula en una formación teorizante basada en la transmisión de contenidos.

1.5 LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

A lo largo de todo este primer capítulo hemos visto como la educación tecnológica viene haciendo, durante las últimas décadas, serios esfuerzos por consolidarse como disciplina académica. Pero dicha consolidación no basta con su presencia permanente en los sistemas educativos. Requiere además del cumplimiento de ciertos requisitos que la fundamenten y le proporcionen una estructura estable, (Waetjen: 1992, 1993). Una de las condiciones que establece Waetjen es que *“debe haber una clara delimitación de los modos de investigación mediante los que la disciplina se valide a sí misma, cree nuevo conocimiento y avance como disciplina”* (Waetjen, 1993: 9). Las otras son la existencia de un dominio de la disciplina que la dote de contenido propio, de una historia que la avale y la posibilidad de demostrar su capacidad instructiva (surgida de los conocimientos sistematizados).

Si a la demanda formulada por Waetjen añadimos que la investigación es un factor crucial para el desarrollo de cualquier disciplina –a la vez que un magnífico indicador de su estado de salud²⁷- estaremos de acuerdo en la necesidad de conocer en qué situación se encuentra la investigación en educación tecnológica. Es además un tema que tiene, como futuros investigadores en educación tecnológica, un considerable interés. Veamos, pues, cuál es la situación en que se encuentra esta investigación en España y fuera de nuestras fronteras. Completaremos esta descripción dando a conocer los últimos intentos por establecer una agenda de investigación que evite la dispersión de estudios que viene produciéndose y su escasa repercusión posterior.

1.5.1 Situación actual dentro y fuera de nuestro país

Si centramos nuestra atención en el ámbito territorial más cercano, la comunidad autónoma de Cataluña, nos son de inestimable ayuda los recientes trabajos dirigidos por Sarramona (1998) y por González Agapito (1998). En dichos estudios se emplea la expresión “didáctica de la tecnología” como descriptor de las investigaciones analizadas. Es éste el más cercano al de educación tecnológica o tecnología que no aparecen explícitamente. El resto de indicadores -173 en el caso de Sarramona y 176 en el de González Agapito- no los tomamos en consideración a pesar de que algunos de ellos como informática, EAO, nuevas tecnologías, telemática, tecnología educacional, etc. puedan tener cierta relación con la educación tecnológica. Pero en realidad se trata de descriptores que quedarían situados dentro del campo de la tecnología educativa y no en el de la educación tecnológica. Así queda de manifiesto en González Agapito (1998) que, a pesar de las dificultades existentes, definen macroáreas o ámbitos de investigación. Uno de estos ámbitos es el de “tecnología educativa”, que aglutinaría los descriptores anteriores, y otro el de “didácticas especiales” donde queda ubicada la didáctica de la tecnología.

En el Informe publicado por el Instituto de Estudios Catalanes y dirigido por González Agapito se citan para el período comprendido entre 1990-1995 6 investigaciones de

²⁷ Este indicador global se establece a partir de otros microindicadores que sirven para analizar y detectar la situación. Entre dichos microindicadores puede emplearse el número de investigaciones realizadas, el número de investigadores y equipos de investigadores activos, la existencia de problemas susceptibles de ser estudiados y su grado de relevancia, la diversidad de metodologías empleadas, el tipo de resultados obtenidos, las vías de difusión de dichos resultados y los impactos y efectos derivados de la investigación, entre otros.

didáctica de la tecnología. Ampliando a diez años el tiempo considerado, 1986-1995, el número de estudios llega hasta 11, Sarramona (1998). Aunque no disponemos de todos los datos sobre estos estudios, sí que podemos asegurar que se trata de tesis doctorales realizadas sobre educación tecnológica (Muñoz, 1993) o de licencias de estudios concedidas a profesores de tecnología del Departamento de Enseñanza de la Generalitat de Cataluña para efectuar investigaciones sobre el tema. Este tipo de investigaciones, muy enraizadas con la realidad y necesidades educativas de la tecnología como área curricular, abordan temáticas variadas pero centradas casi siempre en aspectos didácticos del área (Bachs, 1997a; Pallí, 2000) y en la prospección y definición de innovaciones curriculares centradas en los contenidos (Méndez, 1997; Fornós, 1999).

Esta situación, comparada con la realidad que se vive en otros países, pone de manifiesto el pésimo estado en que se encuentra la investigación en educación tecnológica. Un estudio por año no parece ser una cantidad suficiente como para poder generar un volumen de conocimiento científico suficiente que, a su vez, sea capaz –una vez transferido al profesorado que imparte la materia en los centros educativos- de mejorar la práctica docente de la tecnología.

Sobre la situación en el resto de España nos ha resultado especialmente difícil obtener datos certeros sobre el número de investigaciones realizadas en didáctica de la tecnología o educación tecnológica. Consultando la base de datos sobre tesis doctorales en España TESEO con los descriptores de educación tecnológica y educación tecnológica tan sólo hemos obtenido constancia de una tesis doctoral, defendida en la Universidad Complutense de Madrid (Contreras, 1979). De forma directa conocemos de la existencia de otras investigaciones como la dirigida por este mismo autor (Contreras, 1980) y los trabajos de licenciatura y tesis doctorales de Gonzalo (1985, 1989) y Rodríguez Romero (1992). En la actualidad existen diversas tesis en curso, en distintas universidades españolas, sobre educación tecnológica.

Fuera de nuestras fronteras damos algunas evidencias de la situación en Europa y en los países anglófonos, especialmente Estados Unidos. Este país, junto con el Reino Unido, han de considerarse como los más preocupados por promover la investigación en educación tecnológica.

En Francia el "Institut National de Recherche Pédagogique" (INRP), dentro de las investigaciones en enseñanzas tecnológicas cuenta con un total de 21 investigaciones cerradas y dos en curso. Consultando con el descriptor "educación tecnológica" su

base de datos ofrece información de 124 investigaciones realizadas desde 1977. De todas ellas destacamos –por su proximidad con esta trabajo- las investigaciones de Andreucci (1993), de Verillon (1997) y de Verillon y otros (2001). Todos ellos son estudios de psicodidáctica en el ámbito de la educación tecnológica, que tienen como objeto de estudio el papel de la cognición en las actividades de aprendizaje de conocimientos tecnológicos realizadas en el aula.

Olson y Henning-Hansen (1994) en la consulta al *German Education Index* obtienen 157 artículos publicados entre 1985 y 1992, y en la base de datos *Whestphalia* 141 entradas en el período comprendido entre 1983 y 1990. En ambas búsquedas excluyeron todas las entradas referidas a los materiales curriculares.

Con lo expresado hasta el momento podemos ya percibir que, mientras en Europa hay cierto interés por la investigación en educación tecnológica, la atención que recibe en España es mínima a excepción de iniciativas puntuales que, a título individual o con ocasional apoyo institucional, desarrollan profesionales comprometidos con la disciplina. Aunque descontentos con la situación entendemos que muchos son los factores que provocan este desinterés. De entre todos ellos destacamos la precariedad con que se desarrolla en España cualquier ámbito de investigación educativa; la falta de reconocimiento que tiene la didáctica de la disciplina como área de conocimiento²⁸; la escasa tradición de la educación tecnológica en nuestro país o la inexistencia de equipos de investigadores.

El panorama de la investigación tecnológica cambia radicalmente cuando observamos la situación existente en los países anglosajones. Debemos reconocer que, a pesar de las lamentaciones de algunos de sus investigadores (Waetjen, 1993; Olson y Henning-Hansen, 1994), su posición resulta envidiable debido a la elevada producción científica y al interés que suscitan algunos de sus trabajos. Aportamos algunos datos que sustentan esta valoración antes de ofrecer una perspectiva general de la situación en que se encuentra la investigación en dichos países que, obligadamente, habrá de servirnos de punto de referencia.

²⁸ No ocurre así con la didáctica de la mayoría de áreas curriculares (Matemática, Ciencias experimentales, Lengua y Literatura, Ciencias Sociales, Expresión Corporal, Expresión Plástica y Expresión Musical) que sí aparecen reconocidas en el “Catálogo de áreas de conocimiento” del MEC.

1. Preocupación recurrente durante la última década por conocer el estado de la cuestión en la investigación tecnológica y definir líneas prioritarias de actuación; Waetjen (1992), Zuga (1994, 1995, 1997), Foster(1996).
2. Existencia de instituciones y organismos preocupados por promover investigaciones en nuestra disciplina. El *United States National Council for Research in Vocational Education* (NCRVE), la *International Rechnology Education Association* (ITEA), la *National Association of Industrial Technical Teacher Educators* (NAITTE) y la *American Vocational Association* (AVA) son ejemplos claros en los Estados Unidos²⁹.
3. Existencia de publicaciones periódicas para la divulgación, en forma de artículos, de los informes de investigación. En Dyrenfurth (1994) y en el metaestudio de Petrina (1998) se citan: *Journal of Vocational Education Research*, *Journal of Technology Education*, *Journal of Industrial Teacher Education*, *Journal of Vocational and Technical Education*, *The Techonology Teacher* i *Journal of Design and Technology Education*. Junto a estas publicaciones otras, citadas también por estos autores, sirven asimismo de vehículo de difusión de las investigaciones en educación tecnológica: *Journal of Epsilon Pi Tau*, *School Shop*, *Journal of Technology Studies*, *TIES Magazine*, *Man/Society/Technology*, *Industrial Education*, *International Journal of Technology and Design Education*, *Journal of Technology and Society* i *Innovations in Science and Technology Education*.
4. La consulta que hemos efectuado en la base de datos *Educational Resources Information Center* (ERIC) nos muestra, a modo de ejemplo, la capacidad investigadora de los países anglosajones. En el período comprendido entre 1966 y julio de 2001 aparecen un total de 3477 referencias sobre educación tecnológica. Añadiendo a este descriptor el de currículum, aprendizaje y enseñanza las referencias proporcionadas son, respectivamente, 1382, 1239 y 993.
5. Intenso debate para definir y promover políticas eficientes en la investigación tecnológica, Petrina (1998), Lewis (1999), Cajas (2000a, 2000b).

²⁹ La promoción institucional la hemos visto ya reflejada en el INRP francés, aunque no podemos olvidar el interés que, a escala mundial, manifiesta la UNESCO acerca de la investigación en educación tecnológica. Su colección *Innovations in science and technology education* iniciada en 1986 y con su último número editado recientemente (Jenkins, 2000) es una fuente de consulta obligada para todos los investigadores en educación tecnológica. En los siete volúmenes publicados aparecen cerca de 70 estudios promovidos por este organismo internacional.

Una revisión con detenimiento del aludido trabajo de Petrina (1998) –donde escrutina los 96 artículos publicados entre 1989 y 1997 en el *Journal of Technology Education*³⁰– nos permite mostrar la realidad que en la actualidad vive la investigación tecnológica en los Estados Unidos. Los datos más significativos son los siguientes.

- **Autores.** En la redacción de los 96 artículos publicados participan 145 personas. En su mayoría son hombres el 87% (126) frente al 13% (19) que son mujeres. Mayoritariamente americanos (125, o sea, el 84%) frente al 16% restante integrado por 6 canadienses, 5 ingleses, dos australianos, 2 holandeses, 1 japonés, 2 taiwaneses y 2 chinos (Hong Kong). Casi todos ellos son profesores de educación tecnológica (formadores de docentes en la universidad o profesores de educación media) o licenciados universitarios preocupados por la disciplina (87%). El resto son inspectores, maestros, directores de centro o representantes institucionales.
- **Temáticas.** Múltiples son las temáticas tratadas en los 96 estudios analizados. Aunque mayoritariamente se tratan cuestiones referidas a las prácticas docentes, al currículum desarrollado en las aulas, a las actitudes ante la tecnología y su práctica o su aprendizaje; también se abordan otras temáticas. Las relaciones de la educación tecnológica con otras disciplinas (especialmente con las ciencias), aspectos históricos, filosóficos, de la formación del profesorado en educación tecnológica o de definición de la propia identidad de la disciplina.
- **Metodologías.** Sorprendentes y sintomáticos son los datos obtenidos respecto a los métodos de investigación empleados. De los 96 estudios sólo 1 es de carácter experimental y otros 8 emplean metodologías cuasiexperimentales. El resto, 91%, recurren a métodos no experimentales. Dominan los trabajos de revisión bibliográfica y descriptivos (el 62% del total) donde se emplean mayoritariamente técnicas de análisis de contenido y encuestas. Otras metodologías cualitativas aplicadas son la comparativas, las observacionales, las etnográficas, los estudios de caso, los historiográficos y los filosóficos.

Este último aspecto, el metodológico, nos interesa especialmente en cuanto todos los artículos referenciados hasta el momento hacen alusión a él. Además otros dos publicados recientemente –Hoepfl (1997) y Haynie (1998)- apuestan porque los

³⁰ Se trata de la revista de educación tecnológica más comprometida con la difusión de los trabajos de investigación realizados en la disciplina.

investigadores en educación tecnológica sigan orientaciones metodológicas contrapuestas.

Hoepfl justifica la necesidad de aplicar metodologías cualitativas por el tipo de información y conocimiento que se obtiene mediante estas técnicas, de difícil acceso en estudios cuantitativos y estadísticos. Basa su argumentación en la falsa confrontación en el empleo de métodos cuantitativos y cualitativos pues *“Cada uno representa un paradigma de investigación fundamentalmente diferente, y las acciones del investigador se basan en los supuestos subyacentes a cada paradigma”* (Hoepfl, 1997: 48). La investigadora apela también a otras razones: la capacidad de los datos cualitativos para poder describir plenamente un fenómeno con objetividad; la riqueza de detalles e informaciones que proporcionan los métodos cualitativos; su especial adecuación para obtener variables en temas novedosos antes de plantearse la aplicación de otros métodos y finalidades; el carácter abierto de las investigaciones propuestas y, apoyándose en Lincoln y Guba (1995), la aplicación de una serie de criterios alternativos a los empleados en la investigación cualitativa que sirvan para determinar la credibilidad de los resultados obtenidos.

En dirección opuesta se manifiesta el profesor Haynie (1998) a raíz de una revisión efectuada por él mismo sobre los artículos publicados en el *Journal of Technology Education* (JTE) durante el período comprendido entre 1989 y 1997³¹. Su exposición es extremadamente crítica, abriendo incluso una confrontación directa con los revisores de los artículos, aunque llena de ideas y argumentaciones a tener presentes en el momento de decidir optar por un tipo de metodología determinada.

En esencia Haynie se muestra muy preocupado por el uso casi exclusivo de métodos cuantitativos en las investigaciones de educación tecnológica (90% del total) y por la poca repercusión que tiene todo este trabajo en el avance de la disciplina. Se pregunta el autor *“¿En qué medida es firme la fundamentación que construimos cuando el mayor cuerpo de investigación en nuestra profesión consiste en autores que excavan en el pasado y que el siguiente segmento más grande refleja meramente la opinión de nuestros expertos?”* (Haynie, 1998: 79), más cuando *“sólo los experimentos y los artículos de desarrollo curricular encuentran nuevos datos”* (idem).

³¹ Es el mismo período que el estudiado por Petrina (1998). Aunque a Haynie sólo le interesa conocer las metodologías empleadas en los estudios publicados en la revista hay una total coincidencia con los datos obtenidos por Petrina.

Para responderse a esta cuestión Haynie atiende a tres argumentos relacionados entre sí. En primer lugar los problemas que entraña la investigación experimental. Problemas derivados, ante todo, por las dificultades de control existentes y por los riesgos que todo investigador que emplee esta metodología ha de asumir ante la imposibilidad de poder controlar todos los factores que inciden en el diseño aplicado. En segundo lugar, y refiriéndose al JTE, la preferencia de los revisores por publicar estudios no experimentales y los duros criterios empleados para la selección de los trabajos experimentales. Como tercera causa aduce a los propios revisores. En particular a su formación y experiencia en investigación experimental (nula prácticamente en todos ellos) y a su escasa valentía (incapacidad de asumir riesgos) en promover la publicación de trabajos experimentales aún a sabiendas de sus limitaciones y posibles déficits.

Como dice Haynie la investigación en educación tecnológica, como en cualquier disciplina académica, debería caracterizarse tanto por su amplitud (en cantidad y diversidad de trabajos) como en su profundidad (en los conocimientos obtenidos) y para ello se requiere que:

- “1. Se apliquen una gran variedad de métodos de investigación.*
- 2. Los resultados se repliquen antes de aceptarse como verdaderos.*
- 3. Los resultados encontrados a través de un método o en una situación dada, se obtengan en otras situaciones y se confirmen mediante otros métodos.”* (Haynie, 1998:78)

Pero Haynie no está solo en su demanda. También Kolodner (1999) y Zuga (1999), en la conferencia organizada por la *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) para analizar el tipo de investigación idónea para promover una alfabetización tecnológica universal, se manifestaron por la utilización de métodos de investigación en educación tecnológica sustancialmente distintos del tradicional enfoque cuantitativo.

1.5.2 Los intentos por definir una agenda de investigación

Si ésta demanda de Haynie abre las puertas a la necesidad de contemplar y aplicar la diversidad metodológica en las investigaciones en educación tecnológica existe otra

vertiente de esta investigación que merece de una atención especial, ¿sobre qué investigamos? Los recientes estudios de Petrina(1998), Lewis (1999) y Cajas (2000a, 2000b) elaboran interesantes propuestas acerca de cómo orientar el futuro de la investigación en educación tecnológica. Recopilamos en esta apartado las áreas y temas de investigación propuestas por estos autores³². Pero antes recogemos las recomendaciones, también en forma de áreas o temáticas de interés principal, que desde 1990 se vienen proponiendo por parte de diferentes autores.

<p style="text-align: center;">Lewis (1990)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Justificación programática, filosofía y diseño 2. Medio ambiente o actitud vital 3. Evaluación del impacto 	<p style="text-align: center;">Waetjen (1991)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cambios conductuales en los alumnos 2. Docencia 3. Políticas en la toma de decisiones
<p style="text-align: center;">Anning y otros (1991)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conceptualización y realización de la educación tecnológica 2. Competencias de los estudiantes en estudios tecnológicos 3. Formación de profesores de tecnología 4. Estudios políticos 	<p style="text-align: center;">Zuga (1994)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Valor inherente de la ed. tecnológica 2. Conocimiento cognitivo y conceptual 3. Ideología y sesgos de práctica 4. Actitudes públicas hacia la ed. tecnológica 5. Evaluación y desarrollo de materiales curriculares 6. Eficiencia en el desarrollo profesional
<p style="text-align: center;">Wicklein y Hill (1996)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo curricular 2. Relaciones públicas y posicionamiento 3. Percepciones de los profesores 4. Integración con otros temas 	<p style="text-align: center;">Foster (1996)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Integración con otros temas 2. Rol de la educación tecnológica 3. Razonamiento 4. Alfabetización tecnológica 5. Impacto tecnológico. 6. Evaluación de la eficiencia instruccional
<p style="text-align: center;">Hansen (1996)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ed. tecnológica como campo de estudio 2. Centralidad cultural de la tecnología 3. Aprendizaje y tecnología 4. Marcos teóricos 	

Tabla 1.6 Primeras agendas de investigación en educación tecnológica (1990-1996)

Se observa en la tabla anterior como en tan breve período de tiempo se pasa de cierta indefinición y parcialidad de las primeras propuestas a una concreción de áreas y diversificación de temáticas. Pero esta proliferación de sugerencias no ha dado paso a

³² No recogemos otras cuestiones claves en la determinación de la agenda de investigación en educación tecnológica que los autores citados sí tratan, aunque las consideramos decisorias para el futuro de estas investigaciones. En particular el origen de las subvenciones que las posibiliten y las orientaciones políticas e ideológicas que les puedan afectar.

una definición consensuada de cómo y en qué sentido debe orientarse la investigación en educación tecnológica.

Petrina (1998), Lewis (1999) y Cajas (2000a) –tabla 1.7- siguen ofreciendo propuestas que completan las anteriores o bien las radicalizan.

Las propuestas de Petrina y Lewis perfilan mucho más una agenda de investigación equilibrada que aborde aspectos realmente sustanciales para la definición del área y para la mejora de su enseñanza/aprendizaje en las aulas (especialmente interesante es la propuesta de Lewis sobre concepciones y errores conceptuales sobre contenidos tecnológicos) al tiempo que abren campos no formulados hasta el momento (presencia de la tecnología en otras culturas, cuestiones de género³³ o protagonistas de la educación tecnológica).

Petrina (1998)	Lewis (1999)
1. Qué entendemos por tecnología y cómo la practicamos. 2. Finalidades y medios en ed. tecnológica 3. Naturaleza del conocimiento tecnológico 4. Organización curricular de la ed. tecnológica 5. Historia de la educación tecnológica 6. Presencia de la tecnología en otras culturas 7. Participantes en la educación tecnológica	1. Alfabetización tecnológica 2. Concepciones y errores en el estudio de fenómenos tecnológicos 3. Percepciones de la tecnología 4. Tecnología y creatividad 5. El género en las aulas de tecnología 6. Cambio curricular 7. Integración de la tecnología y otras materias 8. El trabajo de los profesores de tecnología
Cajas (2000a) ¿Qué conocimientos y habilidades deberían tener todas las personas?	

Tabla 1.7 Propuestas recientes de investigación en educación tecnológica (1998-2000)

Frente a esta posición de diversificar los temas de investigación Cajas se muestra partidario de resolver una única y amplia cuestión de investigación –determinante a la postre- de toda la actividad que puede desplegarse alrededor de la educación tecnológica: *¿Qué se debe aprender en educación tecnológica?: “Es decir, qué ideas y habilidades necesitan las personas para comprender la tecnología y participar en un mundo tecnológico de un modo reflexivo e informado. Este fundamento común debería*

³³ Tema en alza como demuestra la existencia de la organización Gender and Science and Technology (GASAT) impulsora de múltiples investigaciones sobre el tema y organizadora cada dos años de una conferencia internacional para difundir las experiencias y resultados de investigaciones acerca de la educación no-sexista en Ciencia y Tecnología, (Alemany, 1996). Otra evidencia del interés que despierta el tema es el tratamiento monográfico que recibe en la edición del VII volumen de *Innovations in science and technology education* (Jenkins, 2000).

guiar la necesidad y dirección de la investigación en el movimiento destinado a proporcionar educación tecnológica para todos” (Cajas, 2000a: 68)

Se trata de una cuestión que, a diferencia de lo que pueda parecer a primera vista, complica enormemente la tarea. No sólo porque suscita un cambio de orientación importante al entender que la selección y concreción de conocimientos tecnológicos es la premisa que ha de resolverse antes de abordar otras cuestiones, sino porque con su apuesta Cajas está removiendo los cimientos de la propia educación tecnológica³⁴.

1.6 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

Durante siglos la transmisión de los conocimientos tecnológicos ha estado vinculada a la supervivencia de la especie humana en el mundo y a las actividades profesionales de carácter técnico desarrolladas por el hombre desde que éste se convirtió en sedentario. Dicha transmisión efectuada en el seno del grupo, de la familia o de la estructura laboral (gremio, taller, fábrica) encuentra un espacio propio en los sistemas educativos formales a partir del siglo XVIII. Primero en la universidad y a partir del siglo XIX, fruto de la expansión de la Revolución Industrial, en los centros de formación profesional. Se trata en ambos casos de una educación orientada a la especialización que comporta el ejercicio de una profesión.

La creciente tecnificación de la sociedad provoca que en los años sesenta se despierte un interés, cada vez más creciente, acerca de la necesidad de abrir una nueva vía de transmisión de los conocimientos tecnológicos. Gobiernos de los países más industrializados y organismos internacionales como la UNESCO y el Consejo de Europa promueven las primeras experiencias de formación en contenidos tecnológicos presentes en el currículum, desvinculándolos de las áreas de ciencias experimentales y sociales y otorgándoles entidad propia. Tras los primeros ensayos en la década de los sesenta se inicia un movimiento mundial de implantación de la Tecnología –o

³⁴ Cajas se pronuncia por una revisión detallada de los contenidos, y su tratamiento, en educación tecnológica al interpretar que muchos de los contenidos actuales se trabajan desde una orientación técnica o científica. Compartimos plenamente su idea, pues en Carrera (2000) también destacábamos idénticos déficits del currículum desarrollado en el área de Tecnología y apostábamos por una selección distinta que proporcionara otro tipo de conocimientos tecnológicos más acordes con las necesidades que tendrán en el futuro los ciudadanos, ya sean niños, jóvenes, adultos o personas mayores.

educación tecnológica- como materia en la enseñanza primaria y/o secundaria. Su presencia real en los sistemas educativos nacionales varía de un país a otro, pero internacionalmente se reconoce que se trata de una iniciativa cada vez más extendida y consolidada.

El propósito de conocimientos tecnológicos es tan elevado que, en la práctica, se ha traducido en múltiples orientaciones curriculares (y metodológicas) en las aulas. Desde una educación tecnológica de alta tecnología centrada en el uso de equipos informáticos y simuladores hasta los enfoques interdisciplinarios preocupados por promover una aprehensión globalizada y culturalista de la tecnología encontramos hasta diez enfoques distintos –no siempre excluyentes- de cómo orientar la tecnología en la escuela.

En el caso del estado español la educación tecnológica hace acto de presencia por primera vez de la mano de la Pretecnología y de las Enseñanzas y Actividades Técnico-profesionales prescritas en la Ley General de Educación de 1970. Tras el fracaso de esta primera tentativa ha sido la vigente Ley de Ordenación General del Sistema Educativo la que ha impulsado la presencia de la Tecnología como área curricular en la Educación Secundaria Obligatoria y como una modalidad del bachillerato en la secundaria postobligatoria.

La técnica, entendida por los griegos como destreza en la realización de un quehacer determinado, da pie a la aparición de la tecnología que ha ido adoptando distintos significados. Una visión artefactualista la relaciona con los productos de la tecnología, los objetos que produce. Otra la concibe como una aplicación de los conocimientos científicos que encuentran, de este modo, una finalidad pragmática más allá del simple conocimiento. Más reciente es la interpretación de la tecnología como teoría de la técnica, entendida como proceso cognitivo y práctica que permite la resolución de problemas concretos. Una perspectiva sistémica de la tecnología, más reciente aún, la considera siempre con relación a los contextos sociales, naturales, culturales, políticos y económicos en que se produce.

Esta multiplicidad de acepciones del vocablo tecnología -muchas más si nos interesamos por las definiciones- también se reproduce, aunque en menor medida, en el ámbito educativo. En él podemos diferenciar entre tecnología como tecnología educativa -con varios significados a su vez- o como área curricular en la enseñanza obligatoria, en cuyo caso nos estamos refiriendo a la educación tecnológica, término de uso mayoritario en la esfera internacional. Es, en esta segunda acepción, donde se

sitúa todo el trabajo de investigación que aquí se presenta. Convenimos que la educación tecnológica contribuye a la formación integral de las personas, en un proceso que abarca toda su existencia vital, y se ocupa de promover, operando con el conocimiento tecnológico, el desarrollo de herramientas cognitivas y de acción que les permitan desenvolverse y adaptarse autónoma y críticamente como individuo en una sociedad tecnológica en continuo cambio.

La reciente presencia de la educación tecnológica en las estructuras educativas nacionales hace que esté desarrollándose como una incipiente disciplina académica y científica. Uno de los requisitos que la legitiman como tal es su capacidad investigadora. Aunque en nuestro país –como en muchos otros- esta capacidad es prácticamente inexistente sí que los años ochenta y, especialmente los noventa, han sido décadas de un gran desarrollo de la investigación en educación tecnológica a escala mundial gracias a la dedicación de los países anglosajones. Su expansión ha sido posible gracias al impulso político y financiero recibido de gobiernos e instituciones, a la creación de departamentos específicos en las universidades, a la formación de investigadores y la constitución de equipos consolidados y a la creación de una infraestructura para la divulgación de los estudios realizados. Este trabajo ha dado como resultado una voluminosa producción científica en el campo de la educación tecnológica y la preocupación –cada vez más compartida, discutida y perfilada- de establecer una agenda de investigación que determine áreas y temáticas, concrete problemas y preguntas y priorice todas estas necesidades siguiendo criterios razonables.

CAPÍTULO 2



EJE CURRICULAR



Los procedimientos como
contenido del currículum

Los procedimientos son, en el marco de la vigente Ley de Ordenación General del Sistema Educativo, una tipología de contenidos relevantes en el proceso de transmisión cultural que se da en la educación escolar. En este capítulo se profundiza en el estudio de la especificidad de los contenidos procedimentales. Se hace analizando la multiplicidad de significados de vocablos afines que se integran en el genérico término de procedimientos; caracterizándolo como contenido escolar y recogiendo las principales clasificaciones de procedimientos en uso en la actualidad.

2.1 LOS CONTENIDOS ESCOLARES

La educación tiene en el qué enseñar (o qué transmitir e inculcar) una de sus principales preocupaciones y uno de los determinantes de su intervención en las aulas. Esta preocupación tiene sus orígenes en la sistematización de la enseñanza como forma de preservar y transmitir los conocimientos acumulados en un determinado momento histórico y contexto social, y en la necesidad de promover una formación de las personas como individuos y como integrantes plenos de dicha realidad social.

Podemos acercarnos al “qué enseñar” desde la lógica disciplinar o bien desde la lógica epistemológica. En el primer caso la delimitación vendría dada *-sensu stricto-* por y desde las distintas disciplinas académicas, o áreas curriculares adoptando la terminología al uso. En el segundo caso la prioridad se establecería atendiendo a la naturaleza del conocimiento, independientemente del área del curriculum en que se ubique. Estamos ante las dos caras con que se manifiestan los contenidos en la educación y ante una vieja³⁵ problemática de la que nos advertía H.Taba (1974). Esta autora preconizaba, ya en los años sesenta, que una de las formas de evitar confusiones en los curricula es atendiendo a la distinción –según su naturaleza- entre los diferentes tipos de contenidos.

³⁵ Y seguramente eterna problemática si tomamos en consideración algunas de las características que determinan a las sociedades desarrolladas en la actualidad: el constante y exponencial incremento de conocimientos que producen y las dinámicas de cambio continuo en que se ven sumergidas.

En el capítulo anterior nos ocupamos de situar nuestra investigación en un campo disciplinar específico, el de la tecnología o educación tecnológica. En éste vamos a continuar con la definición curricular centrándonos en los contenidos del currículum.

A inicios del siglo XX John Dewey (1926) expone que la educación supone una transmisión, haciendo uso de la comunicación, de los hábitos de hacer, pensar y sentir existentes en la sociedad. Da pues a entender que los contenidos escolares son el objeto de la transmisión de la cultura social en sus diversas formas de hacer, pensar y sentir.

Para Stenhouse los contenidos tienen que ver con *“la selección del capital intelectual, emocional y técnico con que cuenta una sociedad”*; selección que en las escuelas se traduce en *“conjuntos de conocimientos, artes, habilidades, lenguajes, convenciones y valores”* (1984:31)

Y Coll los define como *“el conjunto de saberes o formas culturales cuya asimilación y apropiación por los alumnos y alumnas se considera esencial para su desarrollo y socialización”* (1992, 13).

Se desprende de estos autores que con el término contenidos se alude a todas aquellas aportaciones culturales (ya sean relacionadas con el saber, con el hacer o con el ser de las personas) que, siendo patrimonio social, se transfieren en entornos educativos sistematizados. O sea, los contenidos escolares están directamente relacionados con la transmisión de la cultura y con la cultura misma, en cuanto lo que se transmite en la escuela en forma de contenidos no es más que una parte del acopio cultural existente.

Adoptando como válida, aunque limitada, la definición de cultura como *“aquella totalidad compleja que incluye conocimiento, creencias, arte, moral, leyes, costumbres y otras capacidades adquiridas por el hombre como miembro de la sociedad”* (Tylor, 1871; citado por Stenhouse 1984: 32) los contenidos escolares forman parte de la cultura. Y pueden caracterizarse -de igual forma a como Talcott Parsons (1982) identifica a la cultura- por el hecho de ser:

- Transmitidos, en cuanto forman parte de la herencia social.
- Aprendidos, dado que no son ningún tipo de manifestación de la constitución genética.
- Compartidos, pues se dan en las interacciones entre individuos y en un situación dinámica de comunicación y relación social.

Tradicionalmente la traslación de la selección cultural a los currícula escolares se ha hecho sobre la base de completos y exhaustivos índices de contenidos de carácter conceptual agrupados en materias o disciplinas. Los contenidos asociados a conocimientos declarativos y factuales han sido dominantes, cuando no exclusivos, en las enseñanzas escolares; desdeñando, en consecuencia, otros tipos de conocimientos que también forman parte del acervo cultural y humano a que nos venimos refiriendo.

Esta situación de desigualdad ha sido parcialmente alterada en nuestro país con el despliegamiento de la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (L.O.G.S.E.), promulgada en octubre de 1990. Existe una amplia unanimidad en señalar que uno de los aciertos de la reforma educativa estriba en haber aflorado y reconocido la variedad de contenidos que, de forma más o menos explícita e intencional y con mayor o menor atención, empezaban a ser considerados por los profesionales de la educación en su quehacer educativo. Esta revalorización de los contenidos esconde el reconocimiento, Coll y otros (1992), del papel crucial que juegan en la concreción de las intenciones educativas³⁶.

La diversidad de contenidos a que nos venimos refiriéndonos ha sido recogida en la reforma diferenciando en el Diseño Curricular Base entre tres tipos de contenido a partir de la clasificación propuesta por Coll (1986):

- Conceptos, hechos y principios.
- Procedimientos.
- Actitudes, valores y normas.

Clasificación que se fundamenta en la formulación hecha por Merrill (1983) en su teoría de la presentación de los componentes, donde distingue entre hechos, conceptos, principios y procedimientos; y en la diferenciación de Reigeluth y Stein (1983) que hablan de tres tipos de contenidos fundamentales, los conceptos, los principios y los procedimientos³⁷.

³⁶ En una obra anterior Coll (1987) establece que la concreción de las intenciones educativas puede hacerse por distintas vías. Una a través de los resultados esperados; o sea, atendiendo a los objetivos de aprendizaje. Una segunda vía de acceso es a través de los contenidos que hayan de impartirse. Y una tercera forma de concretar la intencionalidad educativa es priorizando la potencialidad educativa que encierran las actividades de aprendizaje.

³⁷ Siendo el objeto de este estudio los contenidos procedimentales obviamos profundizar en los contenidos conceptuales y actitudinales, si bien acotamos el significado con que ambos se vienen empleando. Los contenidos conceptuales aglutinan hechos, conceptos y principios.

Se trata de una clasificación vigente y revalorizada según aparece en el Informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI (Delors, 1996) donde se establecen los cuatro pilares en que ha de asentarse la educación en la actualidad. El “*aprender a conocer*”, uno de los pilares a que se refiere dicha Comisión, comporta la adquisición de herramientas para la comprensión de forma que permitan la adquisición de los contenidos conceptuales. El “*aprender a hacer*” supone incidir en los aprendizajes que comportan acción, asociados a los contenidos procedimentales. Y los pilares de “*aprender a convivir*” y “*aprender a ser*” encierran las necesidades de formación más personal y social de los individuos, situadas en la esfera de los contenidos actitudinales.

Junto a la diferenciación de contenidos, otra importante aportación de la teoría de Merrill es la concreción de tres niveles de ejecución distintos para cada tipo de contenido: recordar, utilizar y derivar. El modelo que propone Merrill resulta de una gran potencialidad pedagógica, como reconoce Zabala (1993a), pues supone una propuesta muy clarificadora para los docentes en el intento de concretar qué contenido trabajar y a qué nivel ha de hacerse.

Esta vertiente instrumental y práctica también la reconoce Valls (1992a). Pero el mismo autor va más allá al señalar que las modificaciones externas no han de ofuscar el verdadero alcance de los cambios que implica la diferenciación de contenidos. Según él, Valls (1992b), la incorporación explícita de los procedimientos en el currículum escolar supone:

- El reconocimiento de la complejidad del saber, que no puede identificarse a un único tipo de dimensión.
- La constatación de que el aprendizaje en contadas ocasiones se realiza desde una única perspectiva (conceptual, procedimental o actitudinal).

“Los hechos recogen acontecimientos o situaciones relevantes... Los conceptos designan un conjunto de objetos, hechos o símbolos que poseen características comunes... Los principios describen cómo los cambios que se producen en un objeto o situación se relacionan con los cambios que se producen en otro objeto o situación.”(Escaño y Gil, 1992: 138). Los contenidos actitudinales reúnen tanto a valores y a normas como a las propias actitudes. Éstas son “*tendencias o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado un objeto, persona, suceso o situación y a actuar en consonancia con dichas evaluaciones*” (Sarabia, 1992: 137). “*Los valores como principios éticos con respecto a los cuales las personas sienten un fuerte compromiso emocional y que emplean para juzgar las conductas.*” (ídem, 140). Y las normas quedan definidas como “*patrones de conducta compartidos por los miembros de un grupo social.*” (ibídem, 141).

- Considerar la diversificación del trabajo escolar en base a potenciar un tratamiento por igual de todos los tipos de contenido.
- Que dicha diversificación no supone un aprendizaje diferenciado y segmentado de los contenidos, sino el requisito necesario para una planificación globalizada del proceso de enseñanza-aprendizaje de forma que lleve al logro de aprendizajes funcionales y significativos en los alumnos.

Desde otra perspectiva Amorós y Llorens (1986) plantean que la inclusión de los procedimientos entre las intenciones educativas determinantes del currículum es, cuando menos, una cuestión de rentabilidad y economía para el aprendizaje de conceptos, como se ha comprobado desde la propia experiencia pedagógica. Esta rentabilidad se traduce, si realmente se produce un aprendizaje significativo de los procedimientos, en:

- Un ahorro de tiempo, derivado del conocimiento adquirido acerca de las acciones que comporta todo procedimiento y de no utilizar el tanteo como único recurso para el logro de un objetivo.
- Habilidad en el procesamiento de datos, fruto del dominio de los procedimientos relacionados con el tratamiento de datos y que posibilita rentabilizar los conocimientos ya adquiridos.
- Facilitar la aplicabilidad de los conceptos adquiridos, a partir de la utilización de los procedimientos implicados.
- Potenciar la localización y corrección de errores cometidos en el aprendizaje.

Aspectos que, según las autoras, son motivo suficiente para justificar la aparición de los procedimientos en los nuevos currículums escolares.

2.2. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL DE LOS CONTENIDOS PROCEDIMENTALES

Del significado amplio que los tratados léxicos asignan al vocablo procedimiento se desprende que éste se caracteriza por su sentido de acción o realización progresiva y ordenada, de acuerdo con su origen etimológico³⁸. Su uso, reservado con frecuencia a los campos jurídico y administrativo, se ha extendido a otros ámbitos como el tecnológico -computación e inteligencia artificial, fundamentalmente- o el educativo.

En este campo la inclusión reciente del término procedimiento en el vocabulario pedagógico, Valls (1993), ha adquirido un protagonismo determinante a raíz de la diferenciación de contenidos hecha en la reforma educativa.

2.2.1 Procedimiento y términos afines

La utilización que se hace en el ámbito educativo del vocablo procedimiento se caracteriza, en demasiadas ocasiones, por un desconocimiento real del significado del término y por el uso indistinto de otros términos considerados como sinónimos de procedimiento. Así, se emplean los términos proceso, destreza, método, algoritmo, técnica y estrategia; y con menor frecuencia los de regla, norma, táctica, hábito y plan. Esta asimilación, muchas veces generadora de confusión, ha sido incluso fomentada desde la propia administración educativa:

"En los contenidos de procedimientos se indican contenidos que también caben bajo la denominación de destrezas, técnicas o estrategias, ya que todos estos términos aluden a las características señaladas como definitorias de un procedimiento". (MEC, 1989: 42).

A pesar de las claras relaciones existentes entre los conceptos que encierran tales vocablos existen diferencias substanciales que es preciso clarificar. Por ello, una delimitación conceptual de procedimiento pasa por revisar los significados de las voces que se utilizan como equivalentes. Como se apuntaba anteriormente proceso, destreza, método, algoritmo, técnica y estrategia son las palabras que suelen sustituir

³⁸ El Diccionario de la Real Academia Española define el término en su primera acepción como la "Acción de proceder" y al término proceder en su tercera acepción como "Dicho de una persona o de una cosa: Ir en realidad o figuradamente tras otra u otras guardando cierto orden"; en su segunda acepción el procedimiento es "método de ejecutar algunas cosas" (RAE,2001). El diccionario de uso de M^a Moliner lo define inicialmente como "Serie de cosas que siguen una cada una a otra" y, a continuación, como "Acto o serie de actos u operaciones con que se hace una cosa" (Moliner, 1992).

con mayor frecuencia a la de procedimiento. Son términos en los que la acción aparece como uno de sus componentes básicos si bien conllevan otros componentes que también han de ser considerados.

Los contenidos procedimentales están relacionados con el "saber hacer" y con las acciones necesarias para la realización de una tarea determinada, o sea, con el "hacer". La definición de procedimiento dada por Coll (1987) es el punto de referencia utilizado al hablar de los procedimientos como contenido del currículum en las enseñanzas obligatorias. Un procedimiento es:

"un conjunto de acciones ordenadas y finalizadas, es decir, dirigidas a la consecución de una meta". (Coll, 1987: 89).

Atendiendo a esta definición, adoptada en el desarrollo de la reforma educativa, las características determinantes de todo procedimiento serían:

- Referirse a una acción o acciones.
- Requerir de una secuencia de desarrollo ordenada.
- Orientarse al logro de una meta concreta.

Rasgos que también aparecen como distintivos en las definiciones de procedimiento dadas por otros autores como Valls (1989) o Martín (1991).

Huerta (1979) hace una clara diferenciación entre proceso y procedimiento al considerar que el procedimiento es en realidad una ejecución específica del proceso, o sea, la materialización misma del proceso. El proceso, de carácter más amplio que el procedimiento, es un conjunto de fases sucesivas de un fenómeno. El procedimiento para Huerta no es más que una forma de ejecutar alguna cosa. En este caso la diferencia entre ambos términos es evidente. La acción recae directamente en el procedimiento al convertirse éste en el ejecutor del proceso.

Destreza ha sido, a diferencia de procedimiento, uno de los términos relacionados con el hacer más considerado entre los docentes. Con él se hace referencia -básicamente- a la capacidad para ejecutar adecuadamente determinadas actividades motoras, Genovard y otros (1981). Entre sus características identificativas destacan su estructuración lógico-temporal, la organización jerárquica y coordinación de las acciones que lo componen y la combinación de procesos cognitivos, perceptivos y motrices que se dan en su ejecución. Rasgos que se completan con la comprensión y

el feedback que se derivan de la práctica guiada y que permiten la adquisición de la destreza, Tomlinson (1984).

Comparando los términos procedimiento y destreza se observa que las diferencias entre ellos vienen determinadas precisamente por el ajuste que se produce en la ejecución a partir de la retroalimentación comprensiva que realiza el sujeto en la puesta en práctica de la destreza. Tales diferencias no son, como señala Valls (1993), argumento suficiente para considerar destrezas y procedimientos como términos totalmente distintos, aunque su utilización indistinta pueda llevar a equívoco si no se reconocen claramente sus notas diferenciales.

Por método se entiende el modo de hacer algo sistemáticamente y con un determinado orden. En educación, el término se utiliza tanto desde la perspectiva didáctica como de investigación. En el primer caso el método supone adoptar, apoyándose en determinadas concepciones filosóficas, ideológicas, psicológicas y pedagógicas- una organización concreta de la acción educativa con el objeto de inducir el aprendizaje en los alumnos. El método en investigación supone activar formas concretas de descubrimiento o progreso en el conocimiento de una realidad estudiada. En ambos casos subyace el significado etimológico del término, o sea, avanzar de acuerdo con un camino, si bien no resultan apropiadas acepciones como contenido de la enseñanza.

Pero este carácter de orden determinado es un elemento de aproximación entre los vocablos ahora considerados. Valls (1993) propone la equivalencia de método-procedimiento cuando éste requiera en su puesta en práctica algún criterio o principio rector del orden a seguir. Otra acercamiento, más tangible y práxico, entre ambos términos se produce cuando en las escuelas se enseñan –dentro de determinadas áreas curriculares- métodos como objeto (contenido) de aprendizaje³⁹.

Actualmente es inevitable relacionar la palabra técnica con tecnológico, en una clara alusión al entorno tecnificado que enmarca la existencia de las sociedades desarrolladas actuales. Derivado de dicho origen tecnológico Huerta entiende la técnica como:

³⁹ Es el caso del método de proyectos en educación tecnológica o del método científico en el área de ciencias experimentales.

"conjunto de operaciones definidas, de actos coordinados mediante los cuales se obtiene la transformación deseada para lograr el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles". (Huerta, 1979: 134).

La existencia de técnica requiere necesariamente que se dé cierta transformación de productos. También conlleva aparejados los términos de eficacia y eficiencia en la acción, Fernández (1991). En consecuencia la utilización indistinta técnica-procedimiento será válida cuando nos refiramos a procedimientos que buscan ante todo la obtención de una meta de forma eficaz y siguiendo una secuencia claramente marcada.

La utilización de procedimientos algorítmicos en la enseñanza ha ultrapasado su ámbito estrictamente matemático, aplicándose en otras áreas curriculares cuando la naturaleza de la acción requiere de una ejecución ajustada a pautas y normas concretas. En su acepción más pura se entiende por algoritmo

"una serie finita de reglas a aplicar en un orden determinado a un número finito de datos para llegar con certeza, en un número finito de etapas, a cierto resultado, y esto, independientemente de los datos". (Bouvier y George, 1984 ut. por Buendía y otros, 1990: 51).

Landa (1978) concibe los algoritmos como una prescripción para realizar, siguiendo una secuencia definida, un sistema de operaciones elementales que permiten resolver problemas de la misma clase. En ambos casos los algoritmos están determinados por su naturaleza mecánica, el número finito de pasos que lo componen y por su universalidad para resolver problemas del mismo tipo en los que sólo se modifican los datos. Atendiendo a tales características los algoritmos pueden considerarse como un tipo de procedimiento específico, de carácter prescriptivo que ha de aplicarse rigurosamente para el logro de la solución en situaciones tipo.

La significación de estrategia, derivada de su contexto militar originario, conlleva un sentido de planificación y proyección tendente a conseguir determinada finalidad. En educación se conciben las estrategias desde enfoques y propuestas diferentes. Así, se habla de estrategias de aprendizaje, estrategias de resolución de problemas, estrategias cognitivas o estrategias de enseñanza. A pesar de tal diversidad existen, en la utilización psicopedagógica del término, ciertos rasgos definitorios que Valls (1993) recoge a partir de la revisión del concepto de estrategia formulado -entre otros-

por Van Dijk y Kintsch, Nisbet y Schucksmith, Kirby, Netchine-Grynberg, Roman y Rogers y Slovoda. Estas notas definitorias serían:

- Ser una elaboración de tipo cognitivo aplicada a una actividad de resolución.
- Servir de guía completa de la actividad.
- Estar implicada, en su ejecución, una serie de habilidades de distinta naturaleza.
- Requerir de una constante toma de decisiones que posibilita la adaptación de acuerdo con el transcurso de la acción.
- Estar orientadas a la consecución de un objetivo.

Se observan, pues, evidentes coincidencias -acción y finalidad- entre los significados de procedimiento y estrategia. Sin embargo, como señala Valls (1993) sigue vigente la particular confrontación mantenida en el uso de ambos términos y que, en esencia, se centra en considerar si las estrategias son contenidos procedimentales o pueden considerarse como aprendizajes de otro tipo.

2.2.2 Unificando significados

No existe un único significado, aceptado unánimemente, del término procedimiento. Su carácter polisémico, la escasa tradición de uso en el campo educativo, la gran diversidad de sinónimos que lleva aparejado y la multiplicidad de conocimientos que es capaz de aglutinar, hacen de él un vocablo abierto a la discusión y estudio en espera de lograr un acuerdo definitivo.

Como apunta Trepát (1995) esta situación no ha de ser un obstáculo, mientras prosiguen las discusiones de carácter metafísico, para avanzar en la implantación y la reflexión de los procedimientos desde una perspectiva didáctica. Pero hacer realidad esta implantación supone adoptar posturas concretas respecto al significado de los procedimientos, como requisito previo a la acción.

Zabala (1993a) para superar la situación de inconcreción conceptual creada en torno al vocablo procedimiento parte de la definición dada por Coll, transformándola en:

"Un contenido procedimental -que incluye, entre otros, las reglas, las técnicas, los métodos, las destrezas o habilidades, las estrategias, los procedimientos- es un conjunto de acciones ordenadas y finalizadas, es decir, dirigidas a la consecución de una meta". (Zabala, 1993a: 8).

Zabala ya no habla, por tanto, de procedimientos sino de contenidos procedimentales. Siendo éstos los contenidos que engloban a todos aquellos que cumplen con el requisito de ser un conjunto de acciones ordenadas y dirigidas hacia un fin. La sencillez de su propuesta -sin zanjar el debate semántico existente- puede suponer un acuerdo temporal necesario para la implantación normalizada de los procedimientos en las aulas.

Otra propuesta es la efectuada por Pastor y otros (1992). En ella, para superar la desorientación que provoca el término, los autores se centran en analizar las definiciones dadas de procedimiento y estrategia y las relaciones existentes entre ellas. Tras ello establecen una triple diferenciación atendiendo a las relaciones de inclusión que pueden darse entre ambos términos.

- Autores como Coll, Román, Chadwick o Kirby consideran como sinónimos los términos estrategia y procedimiento.
- Un segundo grupo de autores -entre los que destacan Nisbet y Danserau, Schmeck o Derry- creen que las estrategias son más generales que los procedimientos.
- Un tercer grupo considera que los procedimientos son más amplios y que incluyen a las estrategias. Pozo, Valls o Zabala defienden esta postura.

Un cuarto planteamiento interesante, que también hace incidencia en la significación de las estrategias de aprendizaje en relación a los procedimientos, es el que plantea Hernández. Este autor definió en 1989 los procedimientos como un tipo de estrategia, con objeto de superar el carácter algorítmico que les caracteriza y que consideró excesivamente extendido. En una revisión posterior, Hernández (1991), flexibiliza su postura y considera que la importancia de la cuestión no radica en las definiciones y terminología sino en el referente educativo que se considere. Plantea en este momento las estrategias y los procedimientos en función del aprendizaje y de la necesidad que los alumnos tienen de aprender a aprender. Han de ser, dice, los propios centros a través de su proyecto curricular de centro quienes determinen el alcance de las propuestas -siempre más allá de las denominaciones empleadas- de acuerdo con las concepciones educativas adoptadas.

2.2.3 Características diferenciales de los procedimientos como contenidos

Más allá de definiciones y significados terminológicos los procedimientos existen y se caracterizan por determinados componentes que les confieren una especificidad propia y distinta al resto de contenidos curriculares. Clarificar cuáles son estos componentes definitorios de los procedimientos es, sin duda, la mejor forma de acercarse al conocimiento objetivo de su naturaleza.

Al iniciar el apartado anterior se decía que los contenidos procedimentales están relacionados con el "saber hacer", con el "hacer" y el "actuar". Esta característica de acción y actividad, que requiere todo procedimiento para ser considerado como tal, es el punto de partida para revisar el resto de rasgos diferenciales.

Valls (1993) señala que toda actuación procedimental es el resultado de una interacción entre el sujeto y el medio, interacción que se produce ante una situación específica a la que ha de darse respuesta. Dicha interacción se concreta en una tarea específica que ejecuta el sujeto –mediante una sucesión de acciones- para la consecución de un objetivo.

La obtención de esta meta, rasgo distintivo presente en la definición de Coll, se convierte en el determinante de la acción procedimental a ejecutar. En función del tipo de objetivo que oriente la acción ésta será más simple o compleja, precisa o imprecisa, fácil o difícil. Esta diversidad de fines que afronta el quehacer procedimental no sólo es una característica que lo define, sino que también justifica la existencia de una gran variedad de procedimientos diferentes.

Otro de los rasgos característicos de los procedimientos es que éstos siempre constan de una secuencia de acciones, Coll (1987), Valls (1993). Esta secuencia no siempre es única e inalterable, como en el caso de las actuaciones de carácter algorítmico. Con frecuencia el curso de acción que sigue el procedimiento, su secuencia, no es ni fija en el número de pasos que comporta ni tiene un orden inalterable de ejecución. En la secuencia de un procedimiento se dan también una serie de relaciones entre las acciones que lo constituyen. Estas relaciones pueden ser de dos tipos, de orden y de decisión, Coll (1987). Las relaciones de orden suponen una descripción de la sucesión que ha de seguirse en la ejecución de las acciones que constituyen la secuencia. Las relaciones de decisión hacen referencia a la existencia de distintas alternativas posibles de acción a lo largo de la secuencia.

Resulta particularmente interesante resaltar el papel que tienen las decisiones en la ejecución de toda actuación procedimental. Si bien en la literatura se alude con frecuencia a la existencia de relaciones de decisión en la ejecución procedimental (Reigeluth y Stein, 1983; Coll, 1987) creemos que no se enfatiza suficientemente la importancia que tiene la toma de decisiones a lo largo de la actuación procedimental que realiza el sujeto.

A nuestro entender las decisiones no sólo determinan relaciones entre acciones de un procedimiento sino que se constituyen en un tipo de acciones determinadas y determinantes para el desarrollo del procedimiento y de su aprendizaje. Son determinadas en cuanto requieren una actuación cognitiva del sujeto donde se ve obligado a operar con un número indeterminado de variables antes de tomar una decisión. Entre estas variables es habitual que aparezcan la propia secuencia del procedimiento, los conocimientos disponibles en ese momento, las experiencias previas, el carácter conservador o dinámico del individuo, la motivación por la tarea, la hipótesis formuladas de consecuencias derivadas de la decisión o el contexto en el que se produce el aprendizaje, entre otras. Son determinantes en cuanto el éxito o el fracaso en la decisión adoptada pueden estimular o frenar la progresión en el aprendizaje o bien pueden inducir a la corrección del aprendizaje o bien a una adquisición errónea del procedimiento.

Apoya también esta argumentación el hecho de que, al igual que las acciones, las decisiones forman parte de toda actuación procedimental. Se convierten así en uno de los rasgos definitorios de cualquier clase de procedimiento. Las estrategias, como procedimiento abierto y escasamente determinado de antemano, resultan paradigmáticas en este punto. Por su propia naturaleza, resulta difícil pensar en una actuación estratégica en la que no haya una continua toma de decisiones. Menos claro está, en principio, el papel que las decisiones tienen en las actuaciones algorítmicas. Desde una racionalidad lógica y de dominio procedimental cualquier algoritmo tiene un único modo de resolución y las decisiones, cuando han de tomarse, aparecen perfectamente ubicadas dentro de la secuencia. Pero desde la racionalidad tácita y de aprendiz no está tan clara la disposición estática de las decisiones y la orientación que han de tomar. Bien al contrario. Es habitual que en el aprendizaje de procedimientos algorítmicos el individuo modifique la disposición de las decisiones dentro de la secuencia (basándose en la comprensión declarativa que tiene del procedimiento o basándose en la intuición que le lleva a operar de una forma determinada) y varíe el

número de decisiones que toma y la orientación que adoptan (muchas veces fuera de las previsiones esperadas desde la correcta ejecución que establece la disciplina).

Así pues en toda ejecución procedimental –sea de un algoritmo, de una estrategia, o bien de una técnica, destreza, método o de cualquier otro tipo de procedimiento- las decisiones están siempre presentes regulándola. Dicha regulación –basada en las decisiones que toma el individuo- se produce como consecuencia de la necesidad de ajustar la actuación tras una acción que produce un resultado determinado. La evaluación de esta acción proporciona información significativa al sujeto ante la necesidad de ejecutar una nueva acción que, variará, en función de cómo se este desarrollando la secuencia y de todas las variables que la están condicionando. En definitiva, a lo largo de la secuencia de ejecución procedimental se produce una constante retroalimentación que sirve para progresar en ella sobre la base de las constantes decisiones que se toman antes de proseguir con cada acción en particular.

En consecuencia consideramos las decisiones como otra característica nuclear y definitoria de los contenidos procedimentales en cuanto todo procedimiento requiere en su ejecución de un número de toma de decisiones variables y en cuanto es imposible ejecutar un procedimiento sin tomar decisiones.

Las actuaciones procedimentales están además sujetas a evolución temporal, Valls (1993). Dicha evolución está en función del conocimiento que tenga el sujeto del procedimiento que ha de aplicar. En ejecuciones procedimentales habituales la persona puede comportarse como un verdadero experto, pudiendo llegar a automatizar su actuación. En ejecuciones no habituales o totalmente novedosas su actuación será poco lineal, más lenta e insegura. Entre un tipo de acciones y otro media el aprendizaje como elemento favorecedor de dominios procedimentales específicos.

Todas las acciones que realiza la persona en la ejecución de un procedimiento son de carácter externo o interno. En otras palabras, Valls (1992c), son acciones de tipo motor o de tipo cognitivo. En el primer caso las acciones son observables directamente al ser el resultado de una actuación de carácter motriz que ejecuta una persona. En el segundo, la acción no puede observarse de forma directa pues tiene lugar en el interior del sujeto; se trata de las acciones cognitivas en que se apoya el trabajo intelectual.

Esta diferenciación centrada en la naturaleza interna o externa de las acciones que conforman el procedimiento resulta interesante para conocer el tipo de operación, manipulativa o bien mental, que en cada momento de la secuencia debe desarrollar el sujeto. Pero es una distinción que nada nos dice -como tampoco lo hacen el resto de notas enunciadas- sobre su significatividad en el conjunto del procedimiento.

Creemos que dentro de un procedimiento no todas las acciones cuentan con idéntico protagonismo. Nuestra afirmación se fundamenta en el análisis de las secuencias elaboradas por profesores de educación tecnológica sobre el método de proyectos y la resolución de problemas en tecnología⁴⁰. En estas secuencias se observa que algunas acciones y decisiones están presentes en todas las representaciones. Otras en cambio aparecen tan sólo en los diagramas de flujo elaborados por algunos profesores. Entre éstas cabe aún distinguir entre aquellas acciones que especifican alguna acción de la secuencia, cuando esta acción es en realidad un procedimiento (o parte de él) asociado al procedimiento representado; y aquellas otras acciones que, aún pudiendo formar (o formando) parte de la secuencia, no tienen ninguna consecuencia en su desarrollo. Estas últimas son acciones que ni facilitan ni perturban la puesta en práctica del procedimiento, alcanzándose al final el objetivo previsto. En cambio las anteriores son acciones que precisan o detallan la secuencia y si no se ejecutan no puede alcanzarse el objetivo marcado. En cuanto a las primeras, aquellas que se reproducen en todas las representaciones, denotan que tienen una importancia, relevancia mayores en la secuencia. Se trata de las acciones características, peculiares y definitorias del procedimiento. Sin ellas el procedimiento no sólo no podría desarrollarse sino que carecería de sentido, no existiría como tal. En nuestro análisis venimos llamándolas, respectivamente, acciones clave, determinantes o principales; acciones base y acciones triviales o prescindibles. Aunque no aparecen en los materiales analizados, nuestra experiencia docente nos indica que existe otro tipo de acciones en las representaciones de secuencias procedimentales: las erróneas. Serían, en esencia, acciones incorrectas que entorpecen o impiden el logro de la meta que establece el procedimiento.

Sin nos preguntamos por el porqué de la presencia de diferentes tipos de acciones en las representaciones hechas por especialistas en tecnología sobre procedimientos

⁴⁰ Nuestra actividad como formadores de profesorado del área de Tecnología nos ha permitido obtener y analizar decenas de representaciones (en diagramas de flujo) sobre las secuencias de estos procedimientos, elaboradas por profesores que imparten el área en la actualidad. Se trata de materiales obtenidos en distintos cursos de formación permanente durante el período comprendido entre los cursos 1996-1997 y 2000-2001.

comunes del área, la respuesta nos lleva a considerar la diversidad de vías que pueden seguirse para lograr un mismo objetivo y a introducir una nueva nota definitoria de los contenidos procedimentales: la significatividad de las acciones y de las decisiones.

Las acciones seguidas para el logro de una meta no se rigen habitualmente por una única secuencia de acciones. La diversidad de cursos de acción depende del sujeto y del propio procedimiento. En el primer caso el conocimiento que tenga el individuo del procedimiento, su experiencia y dominio en la realización serán determinantes en la puesta en práctica que haga del mismo. También la complejidad o la sencillez y la naturaleza misma del procedimiento orientarán a un curso de acción más unívoco o desigual. Esta diversidad nos lleva a pensar que la significatividad de las acciones que configuran el procedimiento no es siempre la misma ni es la misma para todos aquellos sujetos que lo ponen en práctica.

Así pues, consideramos que la significatividad de las acciones que configuran el procedimiento está relacionada con el sentido e importancia que tienen todas y cada una de ellas en el procedimiento visto como un todo y que puede estar referida al procedimiento en sí, como contenido escolar, o bien que puede entenderse como significatividad para el individuo (sea éste alumno o profesor) En el primer caso hablamos de significatividad intraprocedimental y, en el segundo, de significatividad intraindividual. La significatividad intraprocedimental viene determinada por la secuencia aceptada mayoritariamente para el desarrollo del procedimiento, se trata de una secuencia estandarizada -base o tipo- que permite una correcta y eficiente ejecución del procedimiento cuando se aplica. La significatividad intraindividual en cambio se corresponde con el conocimiento declarativo que el sujeto posee sobre el procedimiento. La significatividad intraprocedimental enlaza con la significatividad lógica que debe presentar todo contenido según exponemos en 3.3.1 y en 5.3.2. La significatividad intraindividual enlaza con la construcción y reconstrucción de significados que hace cada individuo cuando aprende, o sea, con la naturaleza dinámica del conocimiento.

La diferenciación y categorización entre distintos tipos de acciones y decisiones atendiendo a su nivel de significatividad intraprocedimental e intraindividual forma parte de uno de los objetivos de este estudio y de él nos ocuparemos con detalle más adelante (ver preámbulo del estudio empírico y el capítulo 8).

Las principales notas características que, de los procedimientos como contenidos escolares, acabamos de exponer quedan expresadas sintéticamente en el mapa conceptual recogido en la página siguiente.

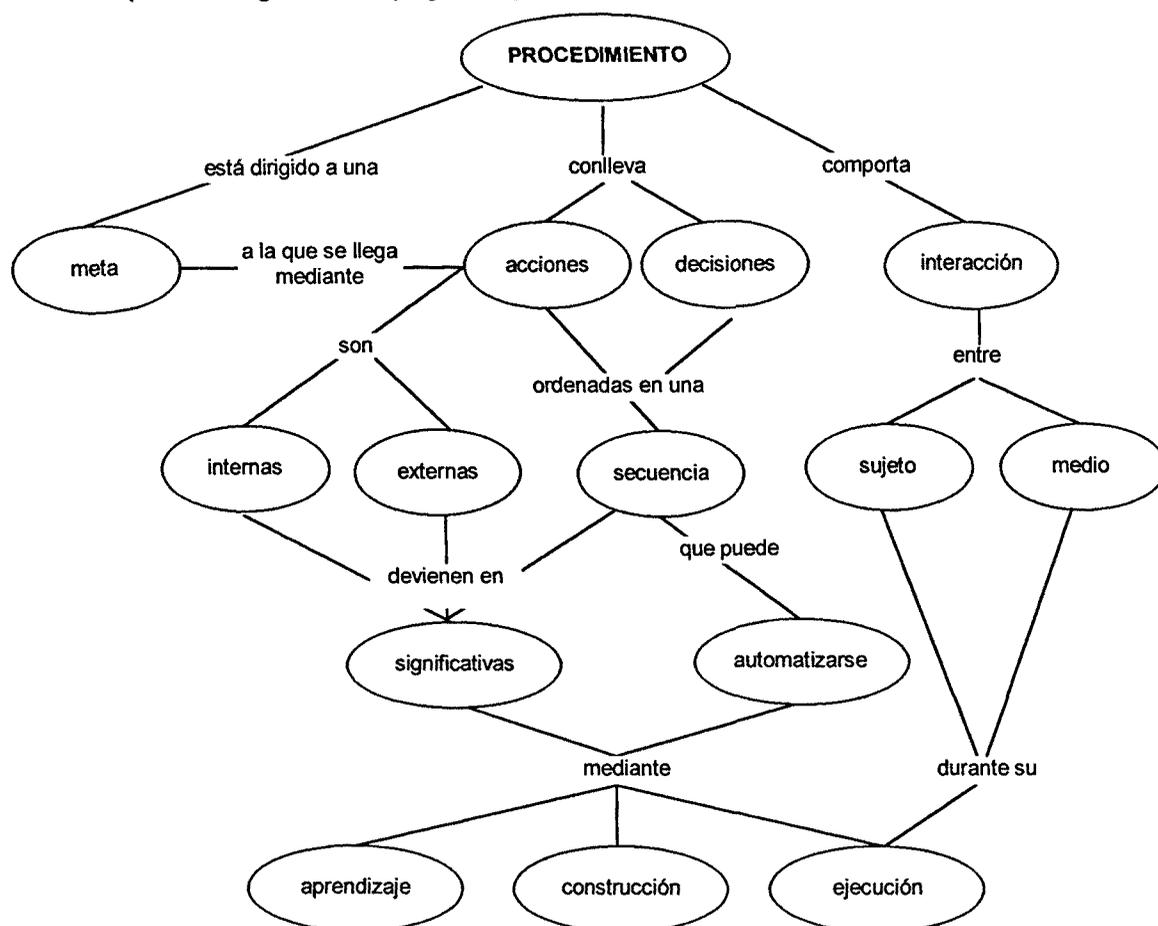


Figura 2.1 Mapa conceptual de las características definitorias de los procedimientos (adaptado de Carrera, 1995)

2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS

La clarificación hecha hasta el momento sobre qué es un procedimiento y qué lo caracteriza es imprescindible para obtener un conocimiento no erróneo de su naturaleza y no confundirlo con otro tipo de contenidos. Pero uno de los problemas más acuciantes derivados de la implantación de los contenidos procedimentales en el currículum escolar es el elevado número de procedimientos contemplados y su disparidad. Tan es así que sólo en el currículum de primaria formulado por el MEC se recogen más de 300 procedimientos distintos. Procedimientos que, según denuncia Trepát (1995), aparecen sin categorizar. Es esta una muestra clara de indefinición

curricular que propicia el desaliento entre el profesorado y dificulta extraordinariamente su tratamiento en el aula.

A pesar de la complejidad del problema ya existen respuestas que intentan aportar soluciones a la situación, aunque sean parciales y en algunos casos se trate de meras tentativas. Estas respuestas se concretan en una serie de clasificaciones de los procedimientos que, partiendo de criterios distintos y con enfoques diferentes, se traducen en categorizaciones que pueden servir de ayuda en la organización de la enseñanza-aprendizaje de los procedimientos.

Una primera clasificación de procedimientos, Amorós y Llorens (1986), consiste en agruparlos en dos grandes categorías. La primera formada por procedimientos generales susceptibles de aprendizaje en distintas áreas del currículum e incluso fuera del contexto escolar. La segunda integrada por procedimientos específicos propios de una área concreta. Esta diferenciación, salvando el carácter curricular coincide en lo esencial, con la establecida por Kirby (1984) con relación a las estrategias. Kirby (ut. por Nisbet y Shucksmith, 1986) divide a las estrategias en macro y microestrategias, diferenciándose unas de otras por la especificidad de las tareas implicadas y la diversidad de factores implicados en su aplicación. También Pastor (1993), tras analizar como se organizan los procedimientos en las distintas áreas de la enseñanza primaria, señala la existencia de macroprocedimientos y microprocedimientos. Éstos se diferencian por su carácter más o menos general y por la delimitación o no a una o más áreas curriculares.

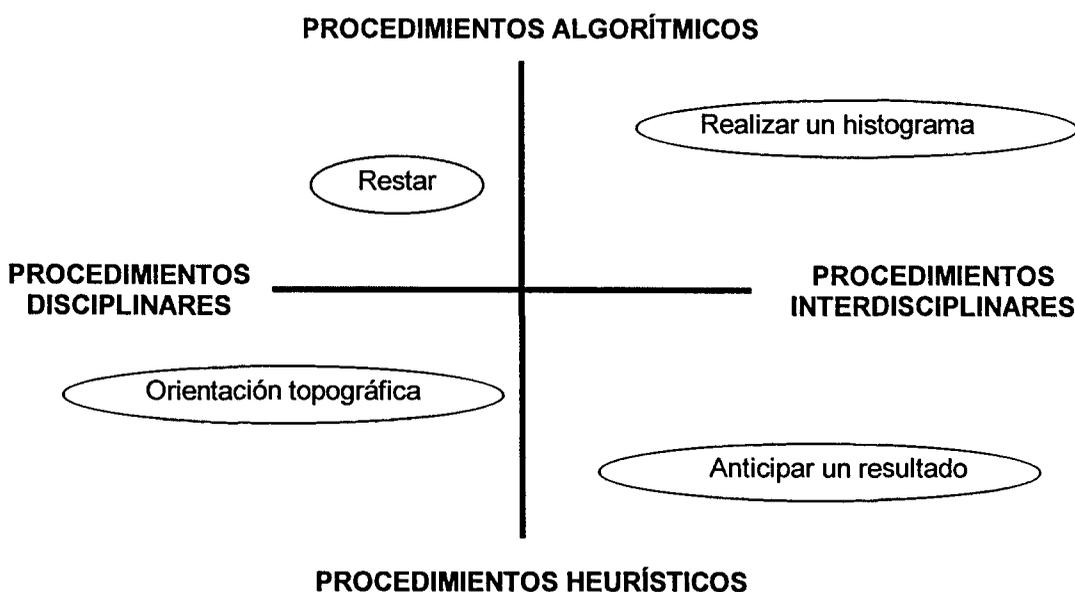


Figura 2.2 Clasificación de procedimientos adaptada de C.Monereo (1994,22)

Otra clasificación, que aparece en la obra de Monereo (1994), parte de dos categorías de procedimientos. Los algorítmicos y heurísticos por un lado, y los disciplinares e interdisciplinares por otro. En ambas dimensiones, consideradas cada una de ellas como un continuo, se agrupan los procedimientos curriculares; quedando representadas por dos líneas perpendiculares que servirían para definir cuatro áreas en que se situarían los distintos procedimientos, (figura 2.2).

La propuesta de Zabala (1993a) considera también una serie de dimensiones, tres en concreto, para agrupar los procedimientos. La primera de estas dimensiones es la naturaleza de la acción (motriz o cognitiva), la segunda el número de acciones que determinan al procedimiento (pocas o muchas) y la tercera -al igual que la clasificación anterior- el grado de predeterminación en el orden de las secuencias (algorítmicas o heurísticas). Zabala establece una línea para representar cada dimensión. A lo largo de dicha línea se distribuyen los procedimientos en función de su grado de afinidad a los extremos representados.

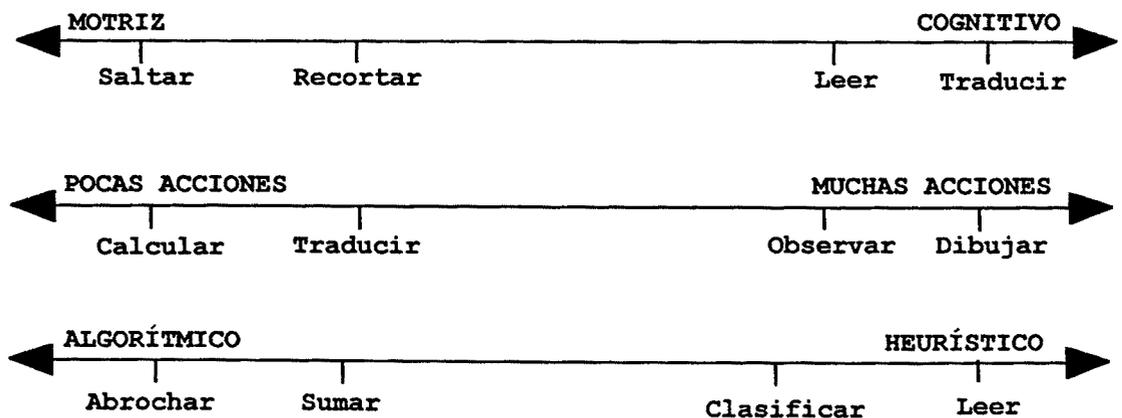


Figura 2.3 Clasificación de procedimientos adaptada de A.Zabala (1993a, 9-10)

Más completa y razonada resulta la clasificación de Valls (1993), que parte de cuatro criterios distintos para elaborar su categorización.

Primer criterio

Número de componentes de la actuación

Procedimientos **simples**, constan de pocas operaciones.

Procedimientos **complejos**, comportan un número elevado de acciones.

Segundo criterio

Grado de libertad para la elección del tipo de acción que constituye el procedimiento

Procedimientos **motores**, de secuencia fija, con poca variabilidad y opcionalidad, que requiere una ejecución física observable.

Procedimientos **cognitivos**, de secuencia variable con distinta opcionalidad, que se rige por acciones de tipo cognitivo.

Tercer criterio

Características de la regla que sustenta el procedimiento

Procedimientos **algorítmicos**, analíticos que garantizan la obtención de la meta prevista.

Procedimientos **heurísticos**, con secuencias poco determinadas que no garantizan el logro previsto de la meta.

Cuarto criterio

Tipo de meta a que van dirigidos

Procedimientos **particulares**, específicos de áreas concretas y que responden a las metas que se pretende lograr en dichas áreas.

Procedimientos **generales**, atienden a metas más amplias no reducidas a una sola área del currículum.

Trepata (1995) propone una clasificación similar a la de Valls partiendo de la explicitación de los tres criterios que utiliza para efectuar la categorización de los procedimientos. Dichos criterios son:

- El grado de transversalidad disciplinar.
- La naturaleza de las acciones (internas o externas).
- El grado de exactitud de las acciones (algorítmicas o heurísticas).

Estos criterios sirven para diferenciar seis categorías, no excluyentes, de procedimientos. Cada una de dichas categorías puede a su vez subdividirse en simple y compleja según el número y el grado de dificultad de las acciones que incluyan los distintos procedimientos de la categoría.

CRITERIO	TIPO DE PROCEDIMIENTO
Según su transversalidad	COMUNES: Utilizados en diversas disciplinas
	ESPECÍFICOS: Propios de una disciplina concreta
Naturaleza de las acciones	MOTRICES: Acciones físicas o corporales
	COGNITIVOS: Acciones simbólicas o mentales
Grado de exactitud	ALGORÍTMICOS: Pasos exactos e invariables
	HEURÍSTICOS: Proporcionan secuencias generales no exactas

Tabla 2.1 Clasificación de procedimientos adaptada de C.Trepat (1995: 30)

Partiendo de un planteamiento distinto Pastor (1993) ofrece una categorización de los procedimientos a partir del análisis de las relaciones existentes entre todos los procedimientos propuestos en el Diseño Curricular Base de la Generalitat de Cataluña. Como resultado de dicho análisis obtiene once categorías distintas en función del tipo de actividad escolar que promueven. Estas categorías no pretenden, como dice el autor, ser una propuesta clasificadora exhaustiva y general de todos los procedimientos.

I-Procedimientos que suponen actividad motriz evidente.

II-Procedimientos que implican habilidades cognitivas básicas.

III-Procedimientos para la recogida de información.

IV-Procedimientos para el tratamiento de la información.

V-Procedimientos para la expresión de la información.

VI-Procedimientos para interpretar y seguir instrucciones y normas.

VII-Procedimientos para medir y calcular.

VIII-Procedimientos para la orientación espacial.

IX-Procedimientos para leer y escribir.

X-Procedimientos para favorecer la creatividad.

XI-Procedimientos para la planificación."

(Pastor, 1993: 134)

Pozo y Postigo (1993) proponen una clasificación de los procedimientos que parte de la distinción entre tres tipos de estrategias de aprendizaje: estrategias de elaboración, de organización y de repaso. Agrupación taxonómica basada en el objetivo general atendido en el acto de aprendizaje (elaborar, organizar, repetir) y que completan con un nuevo criterio, el de su funcionalidad dentro del proceso y de las actividades de aprendizaje. Obtienen así cinco tipos distintos de procedimientos que se corresponden

con otras tantas fases que se dan en el procesamiento de la información durante el aprendizaje.

- 1) Procedimientos para la adquisición de información.
- 2) Procedimientos para la interpretación de la información.
- 3) Procedimientos para el análisis de la información y realización de inferencias.
- 4) Procedimientos para la comprensión y organización de la información.
- 5) Procedimientos para la comunicación de la información.

En todas las clasificaciones expuestas sus autores reconocen y señalan expresamente el carácter parcial y provisional de sus propuestas, reconocimiento que no las invalida en forma alguna. Por contra, dicho reconocimiento sirve para manifestar el carácter tentativo de las mismas y demostrar que los estudios sobre la organización de los contenidos procedimentales están en una fase inicial que demanda una mayor atención investigadora.

2.4 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO

La transmisión cultural asignada a la educación se desarrolla hoy en día a partir de los distintos tipos de conocimientos, saberes, destrezas y valores que, seleccionados de entre todo el capital cultural disponible en una sociedad, conforman los contenidos escolares. Estos contenidos se caracterizan por el hecho de ser transmitidos y aprendidos en los espacios de interacción y relación social que se construyen en la escuela.

En la actualidad la L.O.G.S.E. distingue entre contenidos conceptuales (conceptos, hechos y principios), actitudinales (actitudes, valores y normas) y procedimentales. Esta diferenciación no supone una mayor segmentación de los conocimientos escolares sino el reconocimiento de todos los componentes que configuran la unidad del conocimiento. Reconocimiento que, en último término, ha de facilitar el compromiso educativo con una auténtica y completa formación integral del individuo como persona y como integrante de la sociedad.

Los contenidos procedimentales, situados en la dimensión humana del saber hacer, aglutinan a todos aquellos conocimientos que comportan una secuencia de acciones orientadas a una finalidad determinada. Métodos, estrategias, técnicas, destrezas,

procesos, algoritmos son, junto a los procedimientos y otras formas de conocimiento procedimental, contenidos curriculares designados genéricamente como procedimientos. Todos ellos se caracterizan por requerir de acciones y de decisiones; comportar una interacción entre el sujeto y el medio, aunque existen interacciones de naturaleza interna que son cognitivas; por estar orientados a la consecución de un objetivo o logro; estar constituidos por una secuencia ordenada –aunque no en un único orden- de acciones; por ser estas acciones de carácter interno (cognitivas) o externas (motrices) y por variar su conocimiento en función de la experiencia.

Mediante la adopción de criterios clasificatorios se diferencian unos contenidos procedimentales de otros. Los criterios más empleados – junto a las clases de procedimientos a que dan lugar- son los de número de acciones y decisiones (procedimientos simples y complejos); la pertinencia disciplinar (procedimientos particulares o disciplinares y generales o interdisciplinares); la naturaleza de las acciones (procedimientos motores o externas y cognitivas o internas) y la predeterminación de la secuencia y el grado de exactitud de las acciones (procedimientos algorítmicos y heurísticos). De todos ellos son especialmente relevantes en esta investigación los procedimientos algorítmicos y heurísticos, dado que van a ser los adoptados en el trabajo empírico desarrollado con alumnos del primer ciclo de la educación secundaria obligatoria.

CAPÍTULO 3



EJE CURRICULAR



Contenidos
procedimentales en el
área de Tecnología

El componente práctico característico de la Tecnología hace que los contenidos procedimentales sean especialmente relevantes en la definición del currículum del área. Tras presentar las orientaciones de los diseños curriculares en educación tecnológica profundizamos en los procedimientos vigentes en los currículums del estado y presentamos la estructura organizativa de tales contenidos procedimentales. Cerramos el capítulo ocupándonos de los procedimientos específicos de este estudio: el uso del pie de rey y el análisis de objetos.

3.1 CURRÍCULUM EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Chevallard afirma que “Todo proyecto social de enseñanza y aprendizaje se *constituye dialécticamente con la identificación y la designación de contenidos de saberes como contenidos a enseñar*⁴¹.” (1997: 45). Este proceso de identificación y designación de los saberes existentes en una disciplina que han de ser impartidos en la escuela, conocido como selección de contenidos, constituye para Chevallard la transposición didáctica. A primera vista la proximidad entre la selección de contenidos y la transposición didáctica es elevada, aunque conceptualmente se dan diferencias significativas. La transposición didáctica no es una mera elección de contenidos en el marco de la elaboración de un diseño curricular o de un desarrollo curricular, sino que la designación de contenidos de saberes como contenidos de enseñanza conlleva una serie de transformaciones que permiten adaptarlos hasta el punto de hacerlos adecuados para ser objetos de enseñanza en las aulas⁴².

Fruto de esta tarea de transposición didáctica han surgido una gran variedad de currículums de educación tecnológica, originando una multiplicidad de enfoques que definen, según expusimos en el primer capítulo (ver 1.2), la tecnología o educación tecnológica como área curricular. Cada uno de los ocho enfoques que distingue Marc

⁴¹ Los resaltados son del autor.

⁴² Cajas (2001) alude a la transposición didáctica para formular el currículum de tecnología. Advierte del interés que tiene este proceso, en ésta y en cualquier otra área, pues no se reduce a una simple selección o a una mera traslación espontánea de conocimientos, cuando no simplificada, del conocimiento de una disciplina determinada.

F. de Vries (1994) en la educación tecnológica se traducen en currículos distintos en función de los principios y fundamentos que los inspiran, de las prioridades establecidas, de la selección de contenidos finalmente efectuada y de las actividades que tienen lugar en el aula.

En algunos casos predominan los conocimientos más conceptuales sobre los sistemas tecnológicos o sobre las aplicaciones y utilidades de los conocimientos científico-tecnológicos (enfoques de ciencia aplicada y de conceptos tecnológicos generales).

En otros el desarrollo de destrezas, habilidades y competencias de diseño, creatividad, construcción, planificación o utilización adquieren el principal protagonismo ya sea con una finalidad profesionalizadora en entornos productivos (enfoques de producción industrial, de competencias clave y de alta tecnología) o de formación integral (enfoques de diseño y de artes manuales).

En los menos (sólo el enfoque de ciencia, tecnología y sociedad se ajusta a esta traducción curricular) se priorizan los contenidos sobre aspectos sociales, éticos y culturales de la tecnología fomentando el desarrollo de una conciencia crítica ante los avances tecnológicos y sus impactos sociales y medioambientales.

En nuestro país el currículum del área en la E.S.O. ha quedado determinado durante la década de los noventa por su graduación en tres niveles de concreción curricular; por la distinción entre contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales; por la selección de contenidos respetando los decretos de enseñanzas mínimas y por la organización curricular de estos contenidos. La ordenación del Estado en Comunidades Autónomas y las competencias con que cuentan las administraciones autonómicas en materia de educación (entre ellas la definición de los currículos de las enseñanzas no universitarias) hace que no exista un único currículum vigente en todo el territorio. A pesar de ello predominan dos organizaciones del currículum distintas: la de Cataluña y la definida por el M.E.C. a inicios de los años noventa (coincidiendo con la experimentación e inicio de implantación de la L.O.G.S.E.) y que fue finalmente adoptada, con leves modificaciones, por el resto de comunidades autónomas⁴³. Ambas, de todas formas, parten del Diseño Curricular Base (D.C.B.) establecido para todo el territorio (M.E.C., 1989).

⁴³ A las escasas diferencias establecidas por las Consejerías de Educación de las Comunidades Autónomas se ha unido la difusión de proyectos curriculares semejantes por parte de las editoriales, generando una tendencia a la igualación de los contenidos tecnológicos que, finalmente, se dan en los institutos. Esta tendencia se ha visto acentuada

El D.C.B. determina un total de diez grandes bloques de contenido que, posteriormente, se concretan en hechos, conceptos y principios; en procedimientos y en actitudes, valores y normas. Estos bloques son:

1. Diseño y construcción de objetos.
2. Análisis de objetos y sistemas.
3. Representación gráfica.
4. Herramientas y técnicas de fabricación.
5. Metrotecnica.
6. Técnicas de administración y gestión.
7. Operadores tecnológicos.
8. Materiales de fabricación.
9. Tecnología, ciencia y sociedad.
10. Tecnología y mundo del trabajo.

El currículo oficial del Ministerio de Educación y Ciencia (M.E.C., 1992) agrupa los contenidos alrededor de seis grandes bloques.

1. Proceso de resolución técnica de problemas.
2. Exploración y comunicación de ideas.
3. Planificación y realización.
4. Organización y gestión.
5. Recursos científicos y técnicos.
6. Tecnología y sociedad.

Dentro de cada una de estos bloques quedan situados contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, aunque hay un dominio evidente de los segundos si nos atenemos a las propuestas hechas por Torres (1993) y Baigorri (1993) a instancias del Ministerio de Educación.

En la Comunidad Autónoma del País Vasco se mantienen casi todos los bloques del D.C.B. excepto el de Metrotecnica y el de Tecnología y mundo del trabajo, (Gobierno Vasco, 1992). De idéntica forma se procedió en la Comunidad Valenciana (Generalitat Valenciana, 1990) donde se mantienen los mismos bloques aunque reduciéndolos en uno más, al unificar los dos primeros bloques en uno bajo el epígrafe de "Análisis, diseño y construcción de objetos y sistemas". Pasos seguidos años más tardes en

con la promulgación del Real Decreto 3473/2000 (BOE 16-01-01) sobre las nuevas enseñanzas mínimas de la E.S.O., promulgado por el gobierno central que ha de aplicarse desde el curso 2001-2002 hasta el 2003-2004 en todo el estado. En el capítulo primero, apartado 3.2, exponemos con cierto detalle los cambios que introduce este Real Decreto.

Canarias, cuyo currículum recoge idénticos bloques de contenido a los del D.C.B., exceptuando esta fusión de los dos primeros en uno, (Gobierno de Canarias,1996). Sólo Andalucía y Cataluña elaboran propuestas distintas a las expuestas.

Andalucía, distingue en el Diseño Curricular de Educación Tecnológica (Junta de Andalucía, 1989) entre los contenidos instrumentales, los de aplicación y los metodológicos; aunque dentro de ellos quedan recogidos prácticamente los mismos bloques de contenidos que los señalados en el D.C.B..

En Cataluña en lugar de adoptarse los bloques de contenidos referidos a grandes ámbitos temáticos, según aparecen en el D.C.B., se diferencian los contenidos atendiendo a su tipología de procedimientos; hechos, conceptos y sistemas conceptuales y valores, normas y actitudes. Entre los contenidos procedimentales se distinguen cuatro bloques distintos:

1. Representación e interpretación gráfica.
2. Manipulación directa.
3. Obtención de información.
4. Tratamiento de la información.

3.2 PROCEDIMIENTOS EN TECNOLOGÍA

En el apartado anterior se intuye el protagonismo que tienen los contenidos procedimentales en la concreción curricular del área de tecnología⁴⁴. Se trata de un protagonismo real que tiene su origen en la dimensión más práctica y manipulativa de la tecnología pues, como fuente de conocimientos está asociada al hacer y actuar del hombre en su proceso de continua adaptación al medio y de mejora de sus condiciones y calidad de vida y, como disciplina académica -surgida desde la educación técnica- tiende a la acción y la actividad. Éstas, acción y actividad, han

⁴⁴ Basta con fijarse en que cinco de los ocho enfoques consignados por De Vries (1994) dan prioridad en sus desarrollos curriculares a los procedimientos como contenidos nucleares. Son los enfoques de artes manuales, producción industrial, alta tecnología, diseño y competencias clave. En ellos se contemplan macroprocedimientos como el diseño, la producción creativa, la construcción, la planificación, la realización de proyectos, la evaluación, la resolución de problemas y el análisis.

figurado tradicionalmente entre los principios, fuentes y criterios adoptados para la selección de los contenidos curriculares del área.

Pero la transmisión de procedimientos se remonta a los orígenes de la humanidad puesto que *“en esa época el currículum consistía en la transmisión informal de costumbres, problemas y posibles soluciones, comunicadas por los ancianos a los jóvenes”* (Johnson, 1982: 20). Harold Johnson se refiere así a los conocimientos difundidos y perpetuados en el seno de las civilizaciones prehistóricas en procesos educativos no intencionales, en el sentido con que empleamos el término hoy en día. Conocimientos que sin embargo eran imprescindibles para asegurar la continuidad de la colectividad y la especie. Apoyándose en Good (1960), Johnson asegura que la carga cultural transmitida -a modo de conocimientos más que de contenidos- era junto al lenguaje y al pensamiento lógico, la capacidad de inventar y fabricar instrumentos, armas, vestimentas y viviendas. Extremo en el que coinciden los antropólogos Carbonell y Sala (2000), quienes destacan como la adaptación de la especie humana al medio ha sido posible por las innovaciones técnicas (en forma de instrumentos y sus usos) surgidas y transmitidas desde hace dos millones y medio de años⁴⁵.

En la actualidad, el predominio de los procedimientos en la tecnología que se imparte en el estado español está fuera de toda duda si observamos la organización curricular establecida por el M.E.C. para esta disciplina en la E.S.O.. El currículum está organizado alrededor de seis grandes bloques (ver apartado anterior), cinco de los cuales son netamente procedimentales. También en Cataluña los procedimientos están ocupando buena parte del currículum transmitido en las aulas de Tecnología si nos remitimos a lo que en ellas se enseña.

Pero la trascendencia y presencia de los contenidos procedimentales en tecnología no sólo parece asegurada, en aras a la importancia que se les atribuye en los currículums de educación tecnológica, sino que va a incrementarse si nos atenemos a los análisis de Taylor y Olson. Para Taylor (1995), sin referirse explícitamente a la tecnología, ha de producirse cierta globalización curricular que supere los currículos tradicionales donde procesos y procedimientos adquirirán un énfasis creciente. Para Olson (1996) la

⁴⁵ Carbonell y Sala, desde una perspectiva cronológica del proceso de evolución humana, aseguran que la aparición de los primeros procedimientos técnicos en la historia de la humanidad sólo se ve precedida por la adquisición del bipedismo. Tras la aparición de los primeros objetos transformados (antes los homínidos sólo daban uso a entes naturales aunque sin transformarlos) se produjeron otros descubrimientos y desarrollos (entre ellos el lenguaje y el simbolismo artístico) que junto con el progreso y socialización de la técnica permitieron un continuo crecimiento de las capacidades humanas.

tendencia en educación tecnológica hacia los procesos continuará en próximos desarrollos curriculares. En su tesis Olson no sólo se refiere a los típicos procedimientos del área que promueven el desarrollo de habilidades en diseño y resolución de problemas, sino que augura el auge del desarrollo de los procesos cognitivos en y desde la tecnología.

Aunque el futuro de los procedimientos tecnológicos en la educación no peligre nos falta conocer aún cuáles son los contenidos procedimentales característicos del área de tecnología. Cuestión ésta que va a ocuparnos las páginas siguientes desde dos acercamientos distintos. El primero, apartado 3.2.1, lo hará desde la relación enumerativa de los principales procedimientos incluidos en los currículums de tecnología. El segundo, apartado 3.3, exponiendo la estructura en que se organizan estos contenidos procedimentales.

3.2.1 Los contenidos procedimentales de la E.S.O.

En el capítulo anterior recogíamos la diversidad de contenidos incluidos en el genérico término de procedimientos. De entre todos ellos los procesos, las destrezas, los métodos, los algoritmos, las técnicas y las estrategias son contenidos procedimentales que, en el área de tecnología, adquieren una especial relevancia según acabamos de ver. Esta relevancia viene dada por la presencia nuclear que tienen dichos contenidos en los currículums del área, tanto durante la educación secundaria obligatoria como en las materias de modalidad del bachillerato tecnológico. Los siguientes ejemplos dan muestra de esta trascendencia y ejemplifican –sin pretensión de exhaustividad- los contenidos procedimentales a que nos venimos refiriendo.

PROCESOS

Resulta paradigmático y definitorio del área el proceso tecnológico entendido como *“método de resolución de problemas que es común a cualquier actividad tecnológica”* o sea *“como una serie lógica de pasos que, a partir de un requerimiento dado, conducen a la obtención de una solución que lo satisfaga”* (Font, 1996:61). Cuando las soluciones obtenidas mediante la aplicación del proceso tecnológico se convierten en objetos y productos que requieren de una producción en serie para su difusión, distribución o venta se entra de lleno en los procesos productivos que, básicamente, pueden ser de carácter artesanal o industrial. En el caso de procesos artesanales la obtención de los productos requiere de una elaboración manual y el empleo de técnicas y útiles casi siempre tradicionales. En cambio los procesos industriales comportan un elevado

grado de automatización para la obtención del producto mediante el empleo de máquinas y robots en cadenas de producción, cuyo principal objetivo, es el incremento de la producción final y la reducción de costes.

DESTREZAS

El carácter manipulativo que se le asigna con frecuencia a la tecnología hace que las destrezas manipulativas y motrices tengan una especial presencia cuando se trata de seleccionar los aprendizajes procedimentales del área. Entre estas destrezas físicas y sensoriales destacan procedimientos asociados con la rapidez manual, la precisión motriz, el ajuste oculomanual, el control y ajuste de fuerza y presión o la cadencia y repetición de movimientos. Pero el desarrollo de destrezas en el área no se acaba en este tipo de habilidades, sino que existe otra fuente importante de procedimientos relacionados con capacidades y aptitudes cognitivas como pueden ser la manipulación mental de objetos, la anticipación de errores, la aplicación de instrucciones, la elaboración de conclusiones y el tratamiento significativo de la información, entre otras.

MÉTODOS

En consonancia con la aplicación del proceso tecnológico a cualquier situación susceptible de ser resuelta tecnológicamente, el método de proyectos es uno de los contenidos –además de método (Porfirio, 1992) y modelo didáctico (Bachs 1997a, 1997b)-procedimentales más emblemáticos de la educación tecnológica. Junto a este método son habituales los aprendizajes centrados en otros métodos relacionados con los procesos de producción (industrial o artesanal) en sectores tecnológicos como el textil, la siderurgia, la alimentación o el energético; en los métodos seguidos para la transformación de materias naturales en materias primas de uso industrial (tecnología de los materiales) y en los métodos que se emplean en otros ámbitos tecnológicos como puedan ser la informática, las telecomunicaciones o la electrónica.

TÉCNICAS

Son muchas las técnicas que, asociadas a ámbitos y entornos tecnológicos específicos, se aprenden en tecnología como contenidos procedimentales. Un sucinto repaso es suficiente para advertir la importancia y el peso que las técnicas tienen en la concreción curricular del área. Así podemos referirnos, dentro de las tecnologías de la información y la comunicación, a técnicas concretas de empleo de equipos y programas informáticos, como las técnicas de escaneo de documentos, de creación de imágenes bi y tridimensionales, de programación de rutinas, de compresión y

transferencia de ficheros, de acceso y selección de la información disponible en redes telemáticas, etc.; en tecnologías asociadas a la construcción y producción de objetos suelen ser habituales los aprendizajes en las aulas de técnicas de trazado, sujeción, corte, abrasión, fricción, perforación, acabado y unión de materiales; y entre estas últimas, de unión fija por atornillado, por remachado, por soldadura blanda, por encolado o de unión desmontable; y en tecnología de la alimentación es habitual el estudio de técnicas de conservación como la desecación, las salazones, el ahumado, la congelación, la aplicación del vacío, la esterilización o la liofilización.

ALGORITMOS

Adoptando la significación que Landa da al término algoritmo (ver 2.2.1) los aprendizajes algorítmicos que se dan en las aulas de tecnología tienen que ver con procedimientos de secuencia cerrada y nada determinables por el individuo. Son ejemplos de estos procedimientos algorítmicos la utilización de instrumentos de medida como el goniómetro, el pie de rey, el micrómetro o el polímetro; el uso de máquinas herramienta como la taladradora, la plegadora de plásticos, la sierra de vaivén, la termoconformadora por vacío o la sierra eléctrica de sobremesa; la lectura de valores de componentes electrónicos en resistencias pirólicas y en condensadores cerámicos o electrolíticos; la utilización en programas informáticos de funciones básicas como la duplicación de ficheros, la creación de directorios, la impresión de documentos, la alteración de atributos de ficheros o la modificación de la configuración de la pantalla.

ESTRATEGIAS

A pesar de que se suelen asociar los aprendizajes procedimentales en el área con las técnicas, procesos o algoritmos, también existe un amplio repertorio de contenidos procedimentales de carácter estratégico, cuando éstos se ajustan a las notas definitorias que adoptamos en el capítulo anterior (ver 2.2.1). Entre ellos están la planificación de tareas aplicada a actividades de diseño, construcción, análisis o producción; la localización de averías en circuitos, aparatos, máquinas o sistemas; la combinación de operadores y mecanismos –y de otras variables- para la consecución de logros predeterminados; la resolución de problemas tecnológicos y la realización de proyectos abiertos; el tratamiento de la información (localización, selección, interpretación, expresión, transmisión) atendiendo a finalidades establecidas de antemano.

Este acercamiento a los contenidos procedimentales específicos del área, aunque ilustrativo, es insuficiente en el marco de un estudio del conocimiento procedimental y de su enseñanza y adquisición en la escuela. Por ello profundizamos en el tema detallando una relación de las fuentes documentales que pueden emplearse para una concreción más minuciosa y completa de cuáles son los contenidos procedimentales incluidos en el área.

- Documentos oficiales. Entendidos como el conjunto de decretos, órdenes y disposiciones legislativas que incluyen referencias de contenidos procedimentales, así como los currículums oficiales establecidos para el área de tecnología por las comunidades autónomas con competencias en materia educativa. Documentación, toda ella, que determina el primer nivel de concreción curricular. A la que pueden añadirse las ejemplificaciones que –a título orientativo y en un segundo nivel de desarrollo curricular- ofrecen las consejerías de educación de algunas autonomías. Cuando menos resulta imprescindible, en el contexto educativo catalán, la consulta del Currículum de Educación Secundaria Obligatoria (Generalitat de Catalunya, 1993) y del Diseño Curricular Base (M.E.C., 1989).
- Libros de texto y proyectos editoriales. La revisión de los libros de texto elaborados por las editoriales así como sus propuestas curriculares son otra referencia de obligada consulta. En la actualidad la mayoría de editoriales de implantación estatal –y un elevado número de las que operan en mercados regionales- cuentan con ediciones específicas para el área de tecnología. Ediciones que suelen estar formadas por libros de texto, cuaderno de actividades, guías didácticas y, en ocasiones, incluyen también su propio proyecto curricular. La reiteración producida en la comprobación de estas fuentes documentales permite determinar la relevancia e importancia atribuida a los procedimientos.
- Proyectos curriculares de centro. Especial atención merecen aquellos proyectos curriculares para el área que son elaborados por el conjunto de profesores que integran el departamento de tecnología de un centro. La contextualización del currículum y la ordenación y priorización de contenidos procedimentales en función de criterios distintos a los considerados por la administración o las editoriales suele llevar a la inclusión de otros contenidos procedimentales específicos, si bien es cierto que siguen manteniéndose los más relevantes y significativos.

- **Obras de referencia.** Incluye todas aquellas publicaciones editadas en libros, artículos o webs que traten de forma específica contenidos procedimentales del área. Son un buen ejemplo de este tipo de obras el monográfico de Vida Escolar (VVAA, 1979) dedicado a la educación tecnológica, las obras publicadas por el colectivo Adarra (VVAA, 1990), las secuencias de contenido editadas por el M.E.C. (1993a y 1993b) o la selección de procedimientos que recogen Encinas y Alemán (1998).

Un estudio anterior de Carrera (1995) recurre a buena parte de estas fuentes documentales con el objetivo de encontrar y ofrecer la estructura organizativa de los contenidos procedimentales del área de tecnología. Para su logro el estudio recopila, revisa y analiza las publicaciones existentes identificando cerca de 150 contenidos procedimentales que, finalmente, quedan reducidos a una relación de 57 procedimientos. Estudio al que nos referiremos más adelante (ver 3.3.2).

3.3 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LOS CONTENIDOS PROCEDIMENTALES

La diferenciación que desde la psicología se hace entre el conocimiento declarativo y el procedimental no se traduce en una diferenciación tan clara en el desarrollo curricular. Si bien en los currícula se reconoce la existencia de distintos tipos de contenidos, en la práctica esta distinción no siempre está presente y sigue dándose cierta preponderancia a los contenidos conceptuales. Una de las causas de este hecho, junto a la tradición escolar que ha venido priorizando los contenidos teóricos frente a otro tipo de contenidos, es la existencia en todas las áreas y disciplinas de una organización clara de los contenidos conceptuales que le son propios. Otro motivo, complementario del anterior, hay que buscarlo en la inexistencia de estructuras organizadoras y sistematizadoras del conocimiento procedimental.

3.3.1 Necesidad de una estructura de contenidos procedimentales

Esta ausencia de organización de los contenidos que le corresponde impartir es, junto a la novedad de la misma en el sistema educativo, una de las dificultades con que está tropezando la tecnología en su proceso de introducción como materia obligatoria de la

educación secundaria. Tal dificultad se ha resuelto parcialmente sobre la base de listados más o menos completos de contenidos diferenciados según la tipología al uso (conceptuales, procedimentales y actitudinales) o bien refiriéndolos a los ámbitos tecnológicos dominantes (electricidad, mecánica, alimentación, dibujo, entre otros). Incluso en el caso de los conocimientos declarativos resulta relativamente fácil obtener un inventario de contenidos relacionados entre sí. Pero no ocurre lo mismo con los procedimientos a pesar de la, cada vez más evidente, necesidad de contar con una estructura que ordene y relacione todos los contenidos de una disciplina. Son múltiples los argumentos que sustentan esta necesidad.

Un primer grupo de argumentos surge desde la pedagogía. Hace más de dos décadas Schwab (1979) defendió la tesis que conocer las estructuras substanciales de las áreas de conocimiento es fundamental para anticiparse a los problemas de su enseñanza pues, aún siendo cambiantes, dichas estructuras son el apoyo de las disciplinas. El mismo autor añade que las estructuras han de ser además elementos destacados del contenido que han de aprender los alumnos. Para Gagné las estructuras son necesarias para poder conocer el orden en que han de darse las enseñanzas de los contenidos. Así lo plantea para la adquisición de destrezas, que ha de darse a partir del nivel que éstas ocupan en una jerarquía previamente establecida, Gagné (1975). Coll (1987) se manifiesta en el mismo sentido diciendo que tanto las actividades de enseñanza-aprendizaje que ponen en contacto a los alumnos con los contenidos, como los aprendizajes que puedan producirse dependen directamente del análisis que se haga de la estructura interna de los contenidos. Y para Zabalza (1991) la introducción que se hace en el currículum de los contenidos seleccionados requieren de una organización –a modo de estructura interpretamos- que sea funcional al conjunto del proyecto curricular y al propio proceso didáctico. Concluyentes se muestran Bruner y Stenhouse. *“El plan de estudios de una materia debe determinarse por el entendimiento más fundamental que pueda lograrse de los principios subyacentes que dan estructura a dicha materia”* (Bruner, 1963: 48), *“¿no es finalidad de la enseñanza de una disciplina explorar su estructura, señalar en ella ciertos puntos de referencia?”* (Stenhouse: 1984: 68).

Otros argumentos nos vienen de la mano de la psicología⁴⁶. Veremos más adelante (4.3) como la persona interioriza el conocimiento procedimental representándolo en forma de producciones que acaban formando sistemas de producciones. Sistemas de

⁴⁶ A ellos nos referiremos más explícitamente en los capítulos 4 y 5 al tratar desde la psicología el aprendizaje de los procedimientos.

producciones que constituyen en realidad toda una estructura de conocimientos procedimentales. Si cognitivamente se dan tales estructuras, aunque no sean coincidentes con las producciones que propone Anderson, parece obligado encontrar las posibles estructuras existentes entre un determinado grupo de contenidos procedimentales. Desde un enfoque constructivista se explica que la significatividad de los contenidos que han de aprenderse descansa en primer término en la significatividad lógica de los mismos (Coll, 1987). Esta significatividad lógica requiere conocer y tener presente cuál es la estructura interna de dichos contenidos. Será éste, como se promulga desde el aprendizaje significativo, un requisito necesario para abordar la otra cara de la significatividad -la psicológica- en el intento de ofrecer contenidos realmente adecuados a las estructuras existentes ya en los alumnos. Y en este proceso de construcción significativa también de nuevo se muestra terminante Bruner al asegurar que *“el conocimiento que se ha adquirido sin suficiente estructura para coordinarlo, es un conocimiento susceptible de olvidarse.”*; de forma que organizarlo para emplearlo en situaciones distintas en las que se aprendió *“es el único medio conocido de reducir el rápido ritmo de pérdidas de la memoria humana”* (idem: 49).

Con estos argumentos no resulta difícil concluir que es del todo necesario conocer cuál es la estructura que organiza los contenidos procedimentales del área de tecnología con objeto de facilitar al profesorado la planificación de sus enseñanzas y al alumnado los aprendizajes de los mismos. Se trata además de una problemática relevante, real, significativa y presumiblemente resoluble sintetizable en modo interrogativo con esta cuestión ¿están organizados entre ellos los contenidos procedimentales de tecnología en algún tipo de estructura lógica?

3.3.2 Estructura de relaciones macro y microprocedimentales

Un estudio del autor (Carrera, 1995) tenía como objetivo dar respuesta a la anterior pregunta y encontrar esta estructura de contenidos procedimentales. Tarea que se llevó a cabo, bajo la dirección del Dr. Pastor, aplicando una metodología específica basada en procedimientos empleados por este autor en otros momentos (Pastor y otros 1992; Pastor 1993) y en el análisis dimensional de Secadas (Secadas, 1968).

El resultado de ese trabajo fue la obtención de la estructura que explica como están relacionados y organizados los contenidos procedimentales del área. Dicha estructura

está formada en realidad por una doble estructura en función del tipo de relaciones que se establecen entre los procedimientos incluidos en ella (estructura macroprocedimental) y de las relaciones existentes entre las acciones y decisiones de cada procedimiento (estructura microprocedimental).

La estructura macroprocedimental está formada por cuatro grandes dimensiones y una serie de residuales o procedimientos que no forman dimensión pero que pueden organizarse con relación a dichas dimensiones. Estas cuatro grandes dimensiones incluyen 24 de los 57 procedimientos del área, mientras que el resto de procedimientos quedan situados en 19 residuales distintos. La estructura queda así definida de la siguiente forma.

Dimensión 1: Procedimientos de construcción y verificación complejos. Realización de reparaciones sencillas; Verificación del funcionamiento de dispositivos construidos; Montaje de objetos, aparatos e instalaciones; Ajuste de componentes de una construcción; Realización de construcciones complejas; Localización de averías.

Dimensión 2: Aplicación de habilidades cognitivas. Establecimiento de relaciones entre variables o factores tecnológicos; Análisis de factores de desarrollo tecnológico; Expresión de relaciones entre elementos; Identificación de factores y variables de procesos tecnológicos; Comparación de objetos, métodos, procesos e ideas; Obtención de conclusiones.

Dimensión 3: Tratamiento de la información. Elaboración de documentos escritos; Elaboración de documentos de recogida de información; Selección de información; Ordenación de la información; Localización de información; Interpretación de información; Elaboración de estrategias de recogida de información.

Dimensión 4: Procedimientos de construcción simples. Selección de materiales y herramientas; Empleo de útiles, herramientas y máquinas; Construcción de operadores sencillos; Aplicación de técnicas específicas; Desmontaje de objetos, aparatos e instalaciones.

Las dimensiones se completan con algunos residuales ligados a ellas. Así la dimensión 2, Aplicación de habilidades cognitivas, recoge los residuales R14 (Análisis de objetos, máquinas y procesos), R15 (Aplicación de instrucciones) y R16

(Clasificación). La dimensión 3, Tratamiento de la información, agrupa los residuales R10 (Descripción de situaciones, fenómenos y procesos), R13 (Utilización del ordenador como usuario) y R18 (Presentación de las propias realizaciones). El resto de residuales que no poseen la suficiente afinidad con las dimensiones como para integrarse en ellas sí pueden situarse próximos a ellas. Los residuales R6 y R17 incluyen procedimientos que se encuentran ubicados entre la dimensión 1, Procedimientos de construcción y verificación complejos, y la dimensión 4, Procedimientos simples de construcción. Ambos residuales incluyen los procedimientos Modificación de variables para alterar los resultados, Sustitución de componentes y Combinación de operadores tecnológicos.

Los residuales R2, R4, R5, R9, R11 y R19 incluyen procedimientos que son comunes tanto a la dimensión 2 como a la 3. Un total de trece procedimientos conforman estos seis residuales. Identificación de símbolos; Identificación de elementos y operadores de un conjunto; Representación simbólica de operadores, instalaciones, circuitos y procesos; Interpretación de símbolos, diagramas y gráficos; Realización de observaciones directas; Comprobación de la aplicación de leyes y principios; Tabulación de datos numéricos; Interpretación de datos numéricos; Cálculo de valores y costes de transformaciones; Realización de cálculos matemáticos; Planificación de procesos productivos; Establecimiento de la secuencia de procesos; Formulación de necesidades y problemas. El R1 está formado por los procedimientos Utilización de aparatos de medida, Medición de objetos simples, Cálculo de las dimensiones de objetos representados y Representación de objetos a escala; todos ellos situados entre las dimensiones 1, 3 y 4. Finalmente, los residuales R3, R7, R8 y R12 están formados por procedimientos que pueden situarse en cualquiera de las cuatro dimensiones obtenidas. Estos procedimientos son: Resolución de problemas tecnológicos, Formulación de hipótesis, Realización de simulaciones, Diseño de objetos y construcciones, Evaluación de materiales, productos, procesos y fenómenos tecnológicos, Realización de proyectos y Organización del trabajo.

Toda esta organización puede representarse gráficamente, según aparece en la figura 3.1, partiendo de un rectángulo en el que se sitúan las cuatro dimensiones formando dos líneas perpendiculares que se cortan en sus respectivas mediatrices. Desde el posicionamiento de las dimensiones se representan fuera del rectángulo las residuales afines a una dimensión específica. El resto de residuales se ubican dentro de la figura en función del grado de pertenencia a cada una de las dimensiones, confluyendo en el centro los residuales comunes a las cuatro dimensiones.

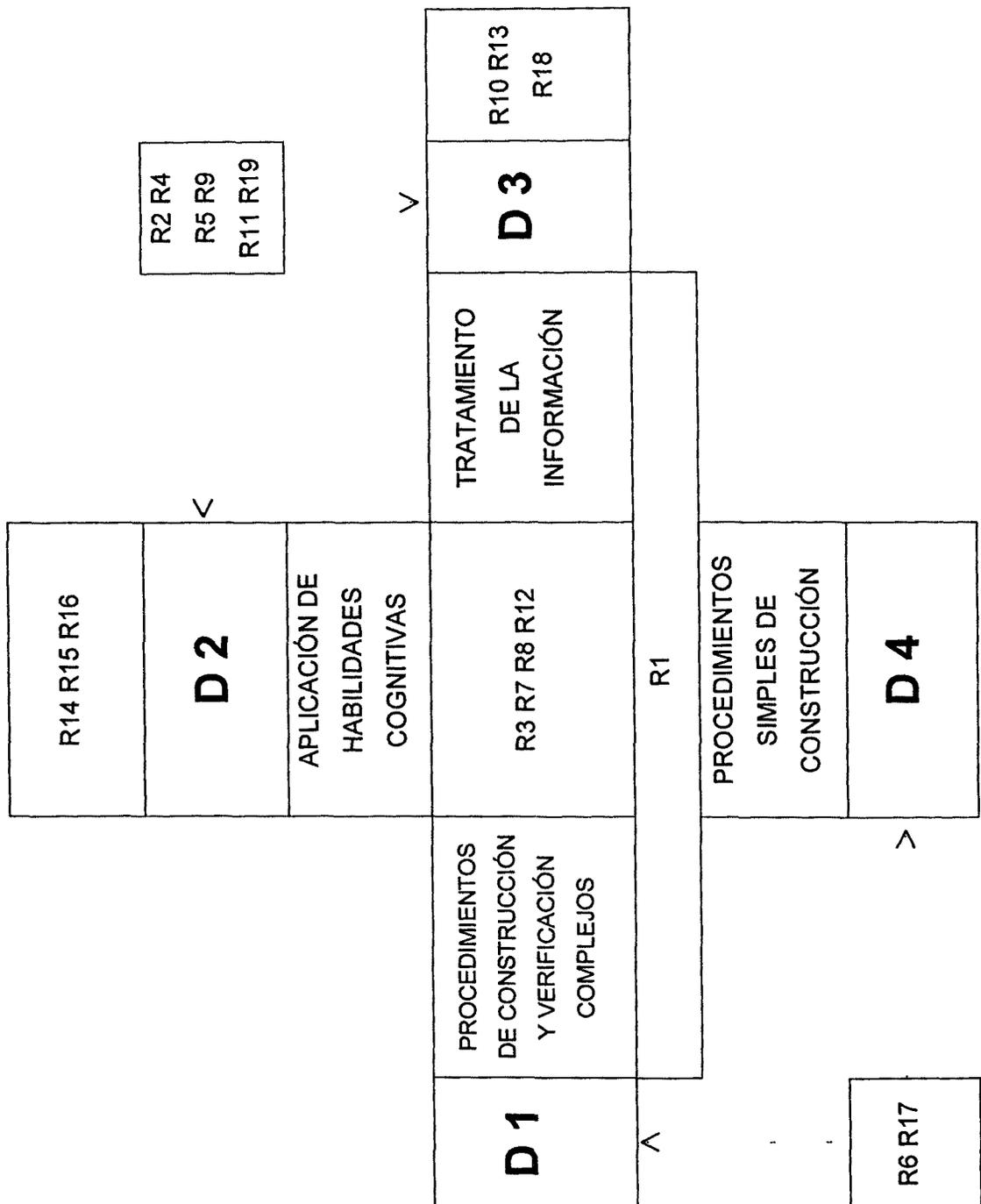


Figura 3.1 Estructura macroprocedimental de contenidos procedimentales (adaptado de Carrera, 1995: 108)

Otra forma de representar esta estructura macroprocedimental, según se presentaba en Carrera (1995), era agrupando en una misma figura las etiquetas de los 57 procedimientos siguiendo la distribución sugerida en la figura anterior. Así se puede reconocer al instante cuáles son los procedimientos que pertenecen o no a una dimensión o bien cuáles están relacionados con ella, al no utilizar la terminología numérica de residuales y dimensiones sino el enunciado de los procedimientos que se engloban en tales dimensiones y residuales.

La estructura microprocedimental revela las relaciones existentes entre acciones de distintos procedimientos o bien entre alguna acción concreta y un procedimiento. El tipo de relaciones consideradas para la obtención de esta nueva estructura fueron de dos clases: de identidad y de analogía. Las relaciones de identidad se dan cuando las acciones que aparecen en dos procedimientos son exactamente las mismas. Las de analogía son acciones que, en procedimientos distintos, implican un mismo tipo de actuación por parte de la persona que ejecuta el procedimiento a pesar de que puedan estar expresadas de forma distintas.

Se encuentran en los 57 procedimientos que forman la estructura macroprocedimental cerca de 400 relaciones que son las que definen la estructura microprocedimental. En Carrera (1995) aparece la representación gráfica de esta nueva estructura para los procedimientos que se encuentran aglutinados en cada una de las cuatro dimensiones definidas en la primera estructura.

3.3.3 Clasificación de los procedimientos en Tecnología

La obtención de esta doble estructura, en la quedan evidenciadas tanto las relaciones interprocedimentales como las intraprocedimentales, derivó en el mismo trabajo en una propuesta de clasificación de los procedimientos tecnológicos. Esta clasificación, tentativa en su momento, ha ido evolucionando en las sucesivas revisiones a que la ha sometido el autor (Carrera, 1997; 2000) hasta obtener una clasificación más definitiva.

La tabla 3.1 recoge el resultado de la última modificación. En esta nueva clasificación los procedimientos siguen agrupados en función de las relaciones obtenidas en la estructura macroprocedimental, quedando en primer lugar los procedimientos pertenecientes a cada una de las 4 dimensiones principales. Según se progresa en la tabla aparecen situados los procedimientos relacionados con dos o más dimensiones.

También se diferencia entre aquellos procedimientos que -atendiendo a los criterios clasificatorios de Valls, Trepas y Monereo, presentados en 2.3 son particulares (específicos) del área de tecnología, de aquellos que aún estando referidos a esta área curricular son de naturaleza más interdisciplinar (general). Procedimientos estos últimos que, por su grado de transversalidad son objeto de aprendizaje en otras áreas del currículum.

PROCEDIMIENTOS EN TECNOLOGÍA			
ESPECÍFICOS		GENERALES	
PROCEDIMIENTOS TECNOLÓGICOS SIMPLES	PROCEDIMIENTOS TECNOLÓGICOS COMPLEJOS	TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	APLICACIÓN DE HABILIDADES COGNITIVAS
Selección de materiales y herramientas Empleo de útiles, herramientas y máquinas Construcción de operadores sencillos Aplicación de técnicas específicas Desmontaje de objetos, aparatos e instalaciones	Realización de reparaciones sencillas Verificación del funcionamiento de dispositivos construidos Montaje de objetos, aparatos e instalaciones Ajuste de componentes de una construcción Realización de construcciones complejas Localización de averías	Elaboración de documentos escritos Elaboración de documentos de recogida de información Selección de información Ordenación de la información Localización de información Interpretación de información Elaboración de estrategias de recogida de información. Descripción de situaciones fenómenos y procesos Presentación de las propias realizaciones Utilización del ordenador como usuario	Establecimiento de relaciones entre variables o factores tecnológicos Análisis de factores de desarrollo tecnológico Expresión de relaciones entre elementos Identificación de factores y variables de procesos tecnológicos Comparación de objetos, métodos, procesos e ideas Obtención de conclusiones Análisis de objetos, máquinas y procesos Aplicación de instrucciones Clasificación
Modificación de variables para alterar los resultados Sustitución de componentes Combinación de operadores tecnológicos		Identificación de símbolos Identificación de elementos y operadores de un conjunto Representación simbólica de operadores, instalaciones, circuitos y procesos Interpretación de símbolos, diagramas y gráficos Realización de observaciones directas Comprobación de la aplicación de leyes y principios Tabulación de datos numéricos Interpretación de datos numéricos Cálculo de valores y costes de transformaciones Realización de cálculos matemáticos Planificación de procesos productivos Establecimiento de la secuencia de procesos Formulación de necesidades y problemas	
Utilización de aparatos de medida Medición de objetos simples Cálculo de las dimensiones de objetos representados Representación de objetos a escala			
Resolución de problemas tecnológicos Formulación de hipótesis Realización de simulaciones Diseño de objetos y construcciones Evaluación de materiales, productos, procesos y fenómenos tecnológicos Realización de proyectos Organización del trabajo			

Tabla 3.1 Clasificación de contenidos procedimentales en Tecnología (Carrera, 1999b)

3.4 PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS EN LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los objetivos últimos de la investigación (ver el preámbulo del estudio empírico) se seleccionan, de entre todos los contenidos procedimentales que se imparten durante la E.S.O. en el área de tecnología, los de análisis de objetos y de utilización del pie de rey. El procedimiento seguido para esta selección puede consultarse en el capítulo 8 (8.3). Consiste, sucintamente, en el establecimiento de una serie de premisas para todo el proceso de selección, la concreción de distintas fórmulas de selección, la elección de una de éstas fórmulas y la aplicación de criterios específicos para la obtención de los procedimientos reseñados.

Siendo el análisis de objetos un procedimiento de naturaleza más heurística y la utilización del pie de rey un procedimiento de carácter algorítmico, estamos ante procedimientos del área de tecnología según quedan recogidos en la estructura de contenidos procedimentales expuesta en el apartado anterior.

El procedimiento de análisis de objetos aparece en dicha estructura como un procedimiento afín a la dimensión de aplicación de habilidades cognitivas. El de uso del pie de rey no aparece directamente en ninguna de las dimensiones que constituyen la estructura ni tampoco en ninguna de las categorías establecidas en la clasificación de contenidos procedimentales. A pesar de ello es un procedimiento que, además de específico y característico del área, subyace a dos de los procedimientos que agrupa la dimensión de procedimientos tecnológicos simples en el espacio de procedimientos también comunes a otras áreas; son la "utilización de aparatos de medida" y la "medición de objetos simples". A su vez la especificidad de pertenencia al área de tecnología viene dada por el hecho de que en esa categoría también están incluidos los procedimientos de "empleo de útiles, herramientas y máquinas" y de "aplicación de técnicas específicas". La disposición de los procedimientos de estudio en la estructura organizativa del contenido procedimental a que nos estamos refiriendo queda representada en la figura 3.2.

Los contenidos seleccionados, análisis de objetos y utilización del pie de rey, son el medio para la profundización del objeto de estudio de esta investigación. Por ello dedicamos las siguientes páginas a profundizar en el conocimiento de ambos procedimientos antes de abordar la dimensión psicológica del aprendizaje procedimental.

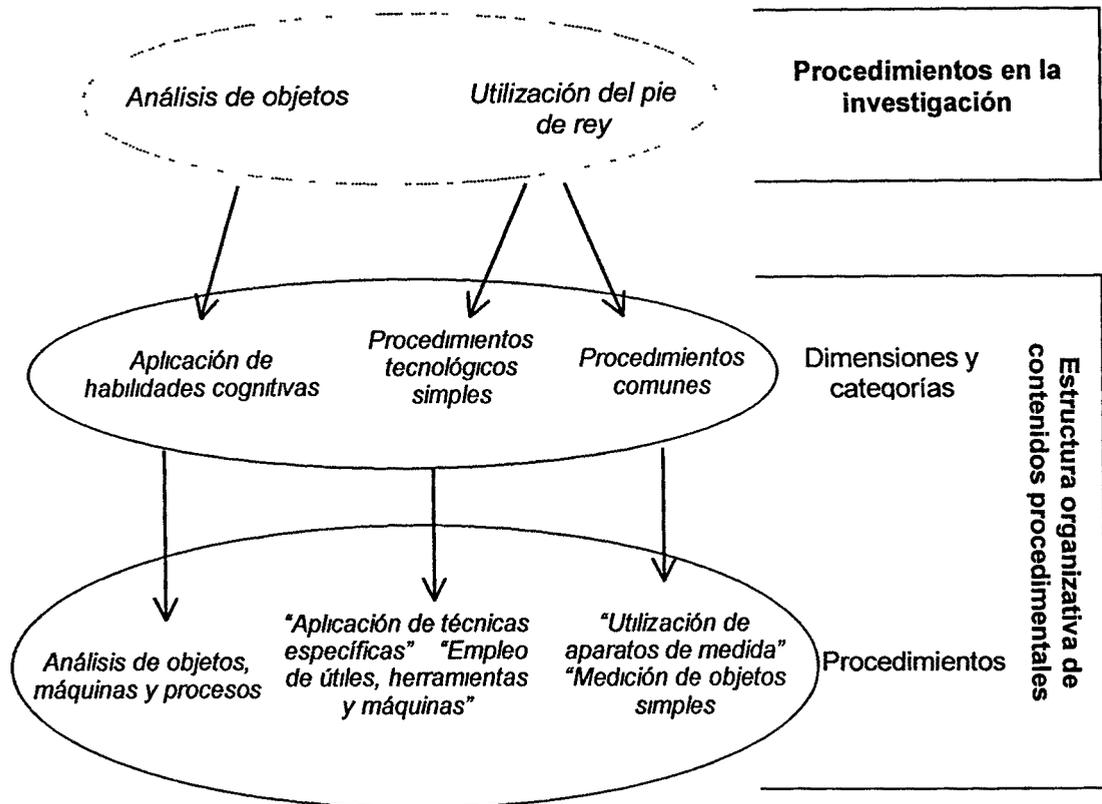


Figura 3.2 Contenidos procedimentales en la investigación

3.4.1 Uso del pie de rey

El pie de rey es junto con la regla graduada, el flexómetro, el goniómetro y el micrómetro uno de los instrumentos de medida más empleado en las aulas de tecnología. Todas ellas son herramientas adecuadas para la medición de longitudes con distintos grados de precisión, excepto el goniómetro o transportador universal empleado para la medición de ángulos⁴⁷. El pie de rey es un instrumento de medición directa, pues permite determinar medidas de forma inmediata y sin necesidad de operar matemáticamente, que pertenece a los útiles de medición y verificación según la clasificación de Larburu (1994).

⁴⁷ Aunque éstos son los útiles de medida más habituales en las aulas de tecnología existen otros instrumentos para la verificación de longitudes de uso más reducido, generalmente en laboratorios, industrias y talleres profesionales. Entre todos los que recogen Appold y otros (1992) podemos citar los relojes comparadores (instrumento indicador al igual que el pie de rey), los micropalpadores y otros instrumentos comparadores de precisión (por palanca, por palanca y rueda dentada combinadas, por fleje tensor, con palpador mecánico y amplificación óptica) e instrumentos de verificación neumáticos y electrónicos.

Aunque en ocasiones se emplean como sinónimo del pie de rey los términos calibre o calibrador seguiremos en este trabajo hablando de pie de rey por dos motivos. El primero por el uso generalizado que tiene el término en el ámbito escolar (especialmente desde la introducción de la tecnología, aunque antes también desde la física y la matemática) y en ámbitos técnico-profesionales (talleres, ferreterías, gabinetes técnicos o industrias). El segundo por ser, para algunos autores, el calibre un instrumento de medición de longitudes distinto al pie de rey.

Apoyándonos en Appold y otros (1992) podemos describir al pie de rey como un instrumento indicador de longitudes que dispone de una guía provista de una escala graduada sobre la que se desplaza una pieza corredera dotada de un nonius, mientras que el calibre da nombre a un grupo específico de instrumentos de verificación que sirven para precisar márgenes de tolerancia en piezas fabricadas (calibres de tolerancia), formas (calibre de forma), cotas, (calibre de cotas) o ajustes entre piezas (calibre de ajustes). Los calibres no disponen de ningún tipo de escala sino que todo el juego de piezas que constituye el calibre contiene los distintos valores que permite apreciar. Pero no siempre se diferencia entre ambos instrumentos sino que es fácil encontrar referencias donde se habla indistintamente de calibre o pie de rey (M.E.C., 1967; Arcos, 1998; Joseph y otros, 1998a). En otras ocasiones en cambio sólo se hace uso de la expresión calibre sin aludir al pie de rey, Parker (1998) y Jiménez y Cabrales (1998).

En el fondo de este desconcierto subyace la confusión entre las operaciones de medición y de verificación (esta última también llamada de calibrado por ser una operación que se realiza con calibres o calibradores), aunque la metrología nos ayuda a diferenciar entre ambas operaciones con meridiana claridad cuando las aplicamos para la obtención de una medida de longitud.

Mientras que la medición requiere de la comparación numérica de la longitud a medir con un elemento de medición (comparación que se efectúa con útiles como una cinta métrica o un pie de rey); la verificación es una operación que no persigue determinar una longitud sino establecer si la longitud (u otras características de la pieza con que se trabaja) está dentro de unos límites prescritos o en qué sentido se sobrepasan⁴⁸; Appold y otros (1992). Igual explicación encontramos en otras obras de metrología y

⁴⁸ En cambio otra operación de medida, aunque indirecta, es la de comparación. La comparación permite, mediante relojes comparadores, obtener una longitud refiriéndola a otra que nos es conocida.

metrotecnia de reconocido prestigio: Pardo y Sanz (1984); Compain (1987); Manrique y Casanova (1994).

Frente a esta diferenciación, un argumento contrario que explica el uso indistinto de ambos términos radica en la consideración del pie de rey como un tipo específico de calibrador que por su uso más generalizado se denomina indistintamente calibre o pie de rey. Otro está en el empleo habitual, en ciertos sectores técnico-profesionales, de la palabra calibre en lugar de la del pie de rey.

Con el pie de rey pueden efectuarse mediciones precisas y directas de longitudes de exteriores, de interiores y de profundidades (figura 3.3) inferiores, habitualmente, a los 150 milímetros. En el instrumento pueden distinguirse hasta un total de doce partes situadas en su parte fija o en su parte móvil (figura 3.4). Existen distintas clases de pie de rey, aunque los más habituales son el de tomero (que sólo permite medir exteriores), el universal o mauser (representado en las figuras 3.3 y 3.4), el de reloj comparador y el digital⁴⁹. Su apreciación es variable y depende del número de divisiones con que cuenta el nonius en relación con el valor menor de la regla, normalmente un milímetro. En la práctica son habituales nonius de 20 y 50 divisiones que proporcionan, respectivamente, una apreciación de 5 centésimas de milímetro (0,05) y de 2 centésimas de milímetro (0,02).

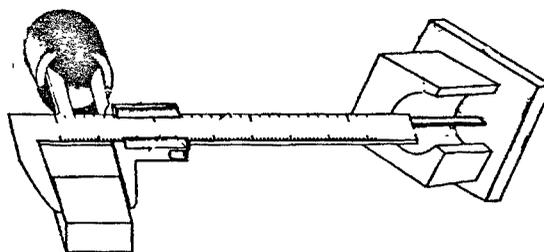
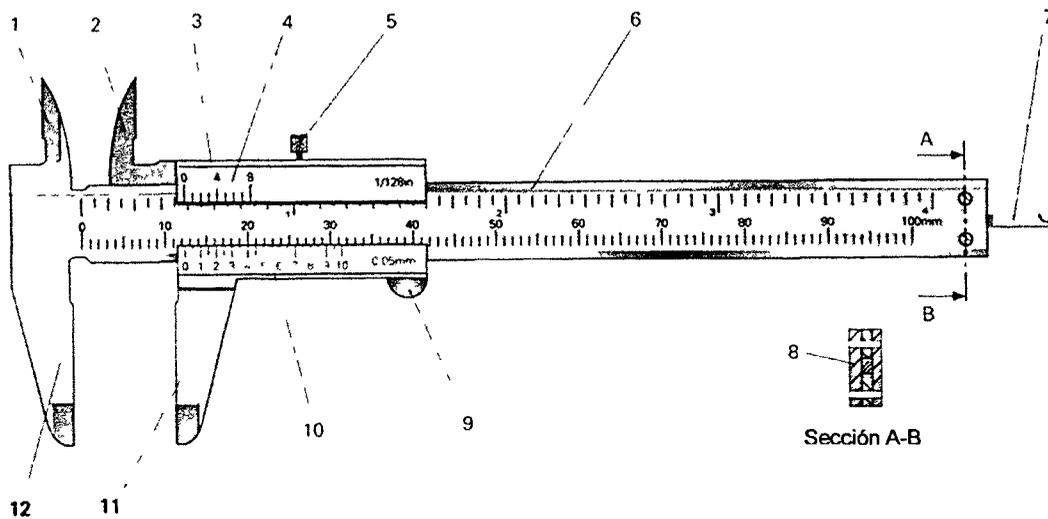


Figura 3.3 Medidas practicables con el pie de rey

Pero su conocimiento como instrumento de medida resulta irrelevante si no se adquiere el conocimiento procedimental asociado a su uso. La correcta utilización del pie de rey ha de permitir al alumnado efectuar mediciones precisas de longitudes en situaciones donde tenga necesidad de transferir el aprendizaje efectuado previamente. Este proceso de medición se efectúa siguiendo una secuencia de acciones en un orden establecido constituyendo una operación o procedimiento algorítmico que, como contenido, reconocemos con el apelativo de “uso del pie de rey”.

⁴⁹ En estos dos últimos se sustituye, respectivamente, el nonius tradicional por el reloj comparador y por una cápsula que contiene los componentes electrónicos que determinan la longitud y dan su lectura.



- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1. Boca fija de interiores | 5. Tornillo de fijación | 9. Rueda |
| 2. Boca móvil de interiores | 6. Regla graduada | 10. Nonius en milímetros |
| 3. Cursor | 7. Sonda de profundidades | 11. Boca móvil de exteriores |
| 4. Nonius en pulgadas | 8. Protección de la sonda | 12. Boca fija de exteriores |

Figura 3.4 Partes del pie de rey (Manrique y Casanova, 1994: 102)

La secuencia representada en la figura 3.5 ha sido elaborada a partir de las explicaciones que dan Appold y otros (1992), Agudo y García (1996), Joseph y otros (1998a), Jiménez y Cabrales (1998) y Arcos (1998) en sus obras y de la experiencia del autor. Una vez representada la secuencia mediante diagrama de flujo se revisó por siete expertos en educación tecnológica, modificándose algunos términos a fin de que resultaran más cercanos al vocabulario habitual del alumnado. Se compone de un total de diecisiete acciones distintas tres de las cuales son en realidad decisiones. De ellas todas las que no suponen una actuación motriz simple, como abrir o cerrar el pie de rey o guardarlo, se consideran acciones claves en cuanto son imprescindibles para efectuar una medida correctamente además de ser acciones precisas y diferenciadoras de las que se efectúan con otros instrumentos de medida. Estas acciones clave son las que aparecen resaltadas en la figura 3.5.

Su disposición temporal en los currícula no es uniforme y varía en función de la propuesta editorial consultada o bien de la secuenciación curricular que aparece en los proyectos curriculares de centro. Así, es posible encontrar el contenido en el primer ciclo de la E.S.O. (Gomis y otros, 1996) o bien en el segundo ciclo, (Agudo y García, 1996). También aparece el contenido tratado recursivamente aplicando una secuenciación en espiral, es el caso de la propuesta que hacen Joseph y otros (1995,1998a). Otra fórmula empleada, como en Arcos (1998), es ofrecer el contenido sin determinar el momento en que ha de trabajarse en el aula, dejando esta decisión en manos del profesorado.

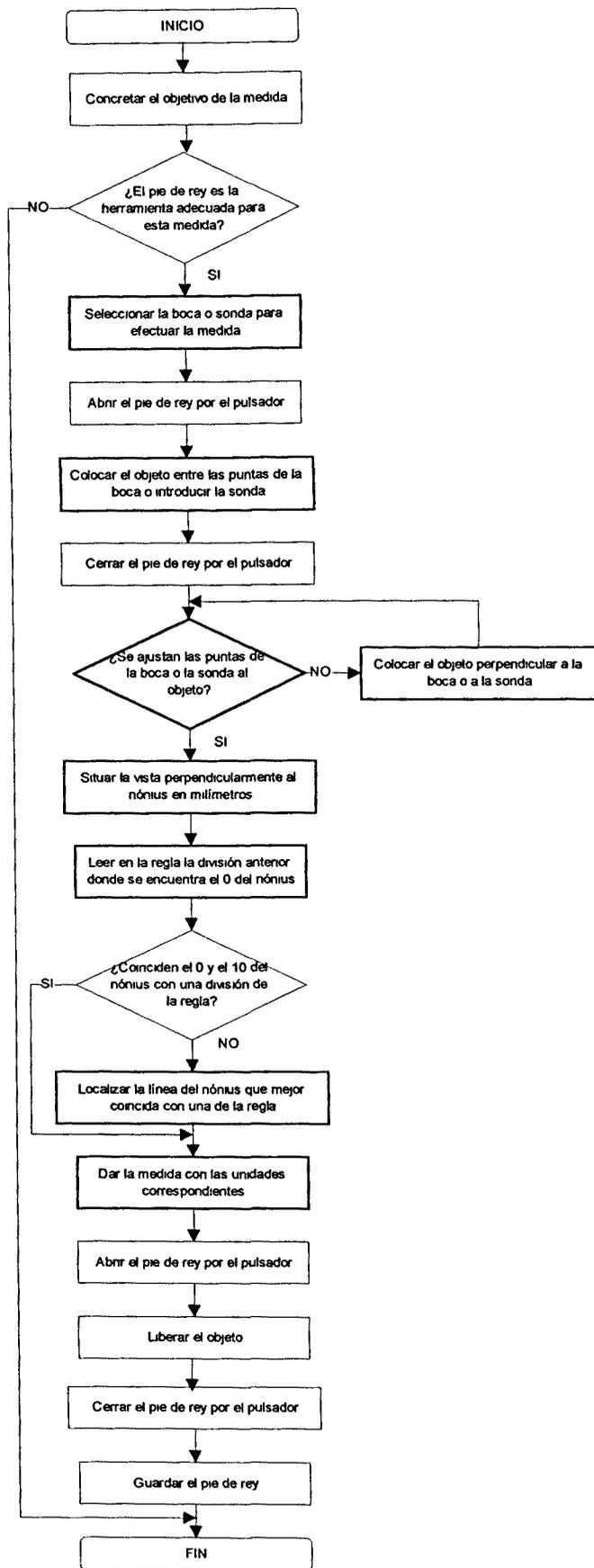


Figura 3.5 Diagrama de flujo de la secuencia de utilización del pie de rey