

TESIS DOCTORAL

Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas Relativas a la Enseñanza de las Ciencias en el Grado en Educación Primaria

Presentado por
José María Etxabe Urbieta

Directores:
José Domingo Villarroel Villamor
Álvaro Antón Baranda

Programa de Doctorado
Psicodidáctica:
Psicología de la Educación y Didácticas Específicas

Departamento:
Didáctica de la Matemática,
de las Ciencias Experimentales y de las Ciencias Sociales
Euskal Herriko Unibertsitatea-Universidad del País Vasco

Depositado en abril de **2021**

TESIS DOCTORAL

Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas Relativas a la Enseñanza de las Ciencias en el Grado en Educación Primaria

Presentado por
José María Etxabe Urbieta

Directores:
José Domingo Villarroel Villamor
Álvaro Antón Baranda

Programa de Doctorado
Psicodidáctica:
Psicología de la Educación y Didácticas Específicas

Departamento:
Didáctica de la Matemática,
de las Ciencias Experimentales y de las Ciencias Sociales
Euskal Herriko Unibertsitatea-Universidad del País Vasco

Depositado en abril de **2021**

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar esta tesis a mi padre Juan Echave Aristondo y madre Margarita Urbieta Beristain, fallecidos muy recientemente, y que sin su ayuda hubiese sido muy difícil el poder desarrollarlo en su totalidad. Sin su ánimo y su apoyo hubiese sido imposible.

“Beti maite izan gaituzue,

maite izan zaituztegu,

beti bihotzean eramango zaituztegu”

Esta tesis se ha elaborado y desarrollado gracias a la ayuda y ánimos prestados por muchas y muchos, a los que anónimamente quiero agradecer los ánimos, tiempo y comentarios que me han ofrecido, y sin cuya ayuda difícilmente hubiese podido mantener vivo su desarrollo.

A lo largo de la presente investigación he compartido trabajos, discusiones e intercambio de puntos de vista con personas del Departamento al que pertenezco (Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Experimentales y de las Ciencias Sociales) y con el profesorado de la Facultad de Educación, Filosofía y Antropología. Me han animado, ayudado, preguntado, comentado, aportado sus puntos de vista sobre diferentes aspectos de la tesis. Todas estas aportaciones han sido útiles y han fructificado en la presente memoria, en especial las que me ha proporcionado Teresa Nuño Angos, José Domingo Villarroel y Álvaro Antón Baranda, que a pesar de los vaivenes en su desarrollo, siempre han estado pendiente de su evolución, en especial de los consejos prácticos ligados a la metodología de los análisis de los datos, a los resultados, conclusiones y marco teórico. Gracias por el incalculable tiempo dedicado a ayudar a la elaboración de mi tesis. Del mismo modo, agradezco disposición de mi

alumnado a la hora de disponer de sus trabajos dirigidos, para realizar su análisis e interpretación, sin los cuales no hubiese podido realizar la presente investigación. También al resto del profesorado que no ha escatimado su tiempo para hablar, leer, sugerir bibliografía y opinar sobre la investigación. Todos los comentarios, sugerencias, propuestas, ayudas y ánimos han servido para desarrollar la investigación y para elaborar y presentar la presente memoria.

Todos y todas me han proporcionado sus conocimientos y su enorme paciencia, para ayudarme a corregir y para ayudarme a poner en orden mis ideas. Tampoco quiero olvidarme de la comunidad de investigadoras e investigadores del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, sin cuyas valiosas aportaciones e investigaciones hubiese sido imposible conducir la tesis a buen puerto. Espero que mis aportaciones sean útiles y constituyan un avance para toda nuestra comunidad investigadora y para nuestro sistema educativo.

TESIS DOCTORAL
Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas
Relativas a la Enseñanza de las Ciencias
en el Grado en Educación Primaria

Índice

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	XV
LISTA DE TABLAS.....	XXXI
GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	XXXVII
RESUMEN.....	XLI
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	3
I.1. Introducción.....	3
I.2. Breve historia de la investigación.....	7
I.3. Organización general de la tesis doctoral.....	10
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	15
II.1. Modelos de formación del profesorado de Ciencias experimentales.....	15
II.1.1. Modelos de formación inicial del profesorado.....	15
II.1.2. Modelos de formación inicial del profesorado de ciencias en diferentes universidades.....	18
II.2. Modelos sobre enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales.....	35
II.2.1. Modelo constructivistas y socioconstructivistas de enseñanza-aprendizaje.....	35
II.2.2. Secuenciación de actividades basados en el modelo constructivista.....	44
II.2.3. Ciclos de aprendizaje.....	46
II.2.3.A. Propuestas didácticas de ciclos de aprendizaje.....	48
II.3. Lenguaje y ciencia.....	51
II.3.1. El lenguaje científico.....	51
II.3.2. El lenguaje científico y la elaboración de modelos científicos.....	54
II.3.3. Aprendizaje de las ciencias y el lenguaje científico.....	56
II.3.4. Modelos, teorías, lenguaje científico y enseñanza-aprendizaje de las ciencias.....	59
II.3.5. lenguaje, ciencia y formación del profesorado.....	67
II.3.6. Lenguaje, ciencia y evaluación formadora.....	71
II.3.7. Lenguaje, ciencia y aprendizaje de las ciencias: comunicación multimodal.....	72
II.3.7 A. Dificultades del alumnado al utilizar el lenguaje científico.....	74
II.3.7.B. Competencia científica y competencia lingüística.....	80
II.3.8. Patrones estructurales del discurso científico: competencias cognitivo-lingüísticas.....	81
II.3.8.A. Patrones estructurales del discurso científico.....	81
II.3.8.B. Competencias cognitivas y cognitivo-lingüísticas.....	83
II.3.8.C. Competencias cognitivas.....	85
II.3.8.C.1 Estrategias de categorización.....	88
II.3.8.C.1.1. Observar, medir, recoger, registrar, construir.....	90
II.3.8.C.1.2. Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar.....	91
II.3.8.C.1.3. Buscar.....	91
II.3.8.C.2. Estrategias de formalización y de definición de las formas o de las estructuras.....	92

II.3.8.C.2.1.	Formalizar o teorizar.....	93
II.3.8.C.2.2.	Sintetizar.....	93
II.3.8.C.2.3.	Calcular, resolver, dibujar, completar, seleccionar, decidir.....	93
II.3.8.C.3.	Estrategias de elaboración y gestión de las diferentes formas.....	94
II.3.8.C.3.1.	Clasificar.....	95
II.3.8.C.3.2.	Organizar, estructurar, jerarquizar, seriar, ordenar.....	96
II.3.8.C.3.3.	Elaborar.....	97
II.3.8.C.4	Estrategias de interpretación y de asignación de significado a las relaciones y correlaciones entre las formas.....	97
II.3.8.C.4.1.	Analizar.....	98
II.3.8.C.4.2.	Relacionar o asociar.....	98
II.3.8.C.4.3.	Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar.....	99
II.3.8.C.5.	Estrategias generales de ajuste-adaptación.....	99
II.3.8.C.5.1.	Comparar, diferenciar, distinguir.....	100
II.3.8.C.5.2.	Elaborar hipótesis.....	101
II.3.8.C.5.3.	Establecer analogías o similitudes (razonamiento analógico).....	101
II.3.8.C.6.	Estrategias generales de organización del ajuste y creatividad.....	102
II.3.8.C.6.1.	Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar.....	102
II.3.8.C.6.2.	Diseñar o inventar.....	103
II.3.8.C.7.	Consideraciones finales sobre las competencias cognitivas.....	104
II.3.8.D.	Competencias cognitivo-lingüísticas.....	104
II.3.8.D.1.	Descripciones.....	105
II.3.8.D.1.1.	Características de las descripciones.....	106
II.3.8.D.1.2.	Algunos ejemplos de actividades para realizar descripciones.....	107
II.3.8.D.1.3.	Dificultades de las descripciones.	109
II.3.8.D.2.	Explicaciones.....	111
II.3.8.D.2.1.	Características de los textos explicativos.....	112
II.3.8.D.2.2.	Dificultades de los textos explicativos.....	113
II.3.8.D.2.3.	Algunos ejemplos de actividades para elaborar explicaciones.....	114
II.3.8.D.3.	Justificaciones.....	115
II.3.8.D.3.1.	Características del razonamiento causal y de las justificaciones.....	116
II.3.8.D.3.2.	Dificultades en el aprendizaje y en la enseñanza de la justificación.....	119
II.3.8.D.3.3.	Algunos ejemplos de actividades para elaborar justificaciones.....	121
II.3.8.D.4.	Argumentaciones.....	122
II.3.8.D.4.1.	Características de las argumentaciones.....	122
II.3.8.D.4.2.	Dificultades en la elaboración de argumentaciones.....	126
II.3.8.D.4.3.	Ejemplos de actividades para elaborar argumentaciones.....	127
II.3.8.D.5.	Imágenes, gráficas, mapas, tablas, y otros tipos de representaciones gráficas.....	129
II.3.8.D.5.1.	Características de las imágenes, gráficas, mapas, tablas, y otros tipos de representaciones gráficas.....	130
II.3.8.D.5.2.	Dificultades al comunicarse con imágenes, gráficas, mapas, tablas, y otros tipos de representaciones gráficas.....	133
II.3.8.D.5.3.	Ejemplos de actividades con imágenes, gráficas, mapas, tablas, y otros tipos de representaciones gráficas.....	135
II.3.8.D.6.	Definiciones.....	137
II.3.8.D.6.1.	Características de las definiciones.....	137

II.3.8.D.6.2.	Dificultades en la elaboración de definiciones.....	139
II.3.8.D.6.3.	Ejemplos de actividades para elaborar definiciones.....	141
II.3.8.D.7.	Datos y hechos.....	142
II.3.8.D.7.1.	Características de los datos y hechos.....	142
II.3.8.D.7.2.	Dificultades en actividades con los datos y hechos.....	142
II.3.8.D.7.3.	Ejemplos de actividades con los datos y hechos.....	142
II.4.	Tipos de ciencia y personas que han hecho y hacen ciencia	143
II.5.	Métodos de enseñanza y aprendizaje.....	145
II.6.	Perspectiva dialógica y autoritario-directiva en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.	146

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA Y DATOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 151

III.1.	Preguntas y objetivos de investigación.....	151
III.2.	Metodología y variables de estudio.....	154
III.2.1.	Antecedentes de la metodología.....	154
III.2.2.	Metodología de la investigación.....	154
III.2.3.	Análisis de las secuencias didácticas.....	156
III.2.4.	Variables de estudio.....	157
III.2.4.A.	Variables independientes.....	157
III.2.4.A.1.	Datos de las secuencias didácticas.....	157
III.2.4.A.2.	Características del alumnado.....	159
III.2.4.A.3.	Sexo.....	160
III.2.4.A.4.	Idioma.....	160
III.2.4.A.5.	Tipo de agrupación.....	161
III.2.4.A.6.	Curso y ciclo.....	161
III.2.4.A.7.	Cursos académicos.....	162
III.2.4.A.8.	Temas y disciplinas.....	163
III.2.4.A.9.	Bloques del Diseño Curricular de la CAV de 2007.....	166
III.2.4.A.10.	Fases del ciclo de aprendizaje.....	166
III.2.4.B.	Variables dependientes.....	173
III.2.4.B.1	Tipos de ciencia y personas que han hecho ciencia.....	173
III.2.4.B.2	Competencias cognitivas y estrategias cognitivas.....	173
III.2.4.B.3	Competencias cognitivo-lingüísticas.....	174
III.2.4.B.4	Métodos de enseñanza y aprendizaje.....	174
III.2.4.B.5	Perspectiva del discurso.....	175
III.2.5.	Recogida y análisis de datos.....	176
III.2.6.	Cronograma de la investigación.....	177
III.3.	Aspectos éticos de la investigación.....	177

CAPÍTULO IV. RESULTADOS: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LAS SECUENCIAS

DIDÁCTICAS.....	183	
IV.1.	Tipo de ciencia y personas que hacen ciencia en las secuencias didácticas.....	183
IV.1.1.	Tipo de ciencia (hipotético, inductivo y deductivo) en las actividades diseñadas para Educación Primaria.....	183
IV.1.2.	Científicos y científicas que aparecen en las secuencias didácticas.....	191
IV.2.	Competencias cognitivas.....	195

IV.2.1.	Competencias cognitivas desarrolladas en las actividades de Educación Primaria.....	195
IV.2.2.	Competencias cognitivas por ciclo de Educación Primaria.....	198
IV.2.3.	Competencias cognitivas por fase del ciclo de aprendizaje.	201
IV.2.3.A.	Fase de exploración.....	202
IV.2.3.B.	Fase de introducción de nuevos puntos de vista.....	202
IV.2.3.C.	Fase de formalización y/o síntesis.....	204
IV.2.3.D.	Fase de aplicación-evaluación.....	205
IV.2.4.	Competencias cognitivas por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	206
IV.2.5.	Análisis para cada competencias cognitivas por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	210
IV.2.5.A.	“Observar, medir, recoger, registrar, construir”	210
IV.2.5.B.	“Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”	212
IV.2.5.C.	“Buscar”	213
IV.2.5.D.	“Formalizar, teorizar”	214
IV.2.5.E.	“Relacionar, asociar”	215
IV.2.5.F.	“Comparar, diferenciar, distinguir”	216
IV.2.5.G.	“Clasificar”	218
IV.2.5.H.	“Elaborar hipótesis”	219
IV.2.5.I.	“Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”	221
IV.2.5.J.	“Analizar”	222
IV.2.5.K.	“Sintetizar”	223
IV.2.5.L.	“Organizar, estructurar, seriar, ordenar”	224
IV.2.5.M.	“Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”	226
IV.2.5.N.	“Elaborar, jerarquizar, seleccionar”	227
IV.2.5.O.	“Diseñar, inventar”	228
IV.2.5.P.	“Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”	229
IV.2.5.Q.	“Establecer analogías, razonamiento analógico, ajustar modelos”	230
IV.2.6.	Análisis de las estrategias cognitivas.....	232
IV.2.6.A.	Análisis de cada estrategias cognitivas por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	232
IV.2.6.B.	Estrategia de categorización.....	233
IV.2.6.C.	Estrategia de formalización.....	235
IV.2.6.D.	Estrategias de elaboración.....	236
IV.2.6.E.	Estrategia de interpretación.....	237
IV.2.6.F.	Estrategia de ajuste-adaptación.....	238
IV.2.6.G.	Organización del ajuste y creatividad.....	239
IV.2.6.H.	Análisis de cada estrategias por competencias cognitivas por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	240
IV.2.6.H.1.	Estrategias de ajuste-adaptación.....	242
IV.2.6.H.2.	Estrategias de categorización.....	243
IV.2.6.H.3.	Estrategias de elaboración.....	245
IV.2.6.H.4.	Estrategias de formalización.....	247
IV.2.6.H.5.	Estrategias de interpretación.....	248
IV.2.6.H.6.	Estrategias de organización del ajuste y creatividad.....	250

IV.2.6.I.	Análisis de las competencias cognitivas según el tipo de ciencia desarrollado en cada actividad.....	251
IV.2.6.J.	Análisis de las competencias cognitivas respecto a las personas que han hecho ciencia.....	257
IV.3.	Competencias cognitivo-lingüísticas.....	259
IV.3.1.	Explicación.....	260
IV.3.2.	Descripción.....	261
IV.3.3.	Interpretación de dibujos y fórmulas.....	261
IV.3.4.	Definiciones.....	262
IV.3.5.	Justificaciones.....	263
IV.3.6.	Argumentaciones.....	266
IV.3.7.	Datos y hechos.....	268
IV.3.8.	Competencias cognitivo-lingüísticas por fases del ciclo de aprendizaje.....	269
IV.3.8.A.	Análisis de cada competencia cognitivo-lingüística.....	273
IV.3.8.B.	Descripciones.....	273
IV.3.8.C.	Explicaciones.....	275
IV.3.8.D.	Definiciones.....	276
IV.3.8.E.	Justificaciones.....	278
IV.3.8.F.	Argumentaciones.....	279
IV.3.8.G.	Interpretación de dibujos y fórmulas.....	281
IV.3.8.H.	Otros (datos, hechos, etc.).....	283
IV.3.9.	Competencias cognitivo-lingüísticas a lo largo de cada estrategia cognitiva y competencia cognitiva.	284
IV.3.10.	Relación entre las competencias cognitivas y las competencias cognitivo-lingüísticas.....	287
IV.3.10.A.	“Observar, medir, recoger, registrar, construir”	287
IV.3.10.B.	“Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”	289
IV.3.10.C.	“Buscar”	290
IV.3.10.D.	“Formalizar, teorizar”	291
IV.3.10.E.	“Relacionar, asociar”	293
IV.3.10.F.	“Comparar, diferenciar, distinguir”	295
IV.3.10.G.	“Clasificar”	296
IV.3.10.H.	“Elaborar hipótesis”	297
IV.3.10.I.	“Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”	298
IV.3.10.J.	“Analizar”	300
IV.3.10.K.	“Sintetizar”	301
IV.3.10.L.	“Organizar, estructurar, seriar, ordenar”	302
IV.3.10.M.	“Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”	303
IV.3.10.N.	“Elaborar, jerarquizar, seleccionar”	304
IV.3.10.O.	“Diseñar, inventar”	305
IV.3.10.P.	“Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”	306
IV.3.10.Q.	“Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos”	307
IV.3.11.	Análisis de las competencias cognitivo-lingüísticas según el tipo de ciencia desarrollado en cada actividad.	309
IV.3.11.A.	Competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas según el tipo de ciencia y ciclos de Educación Primaria.....	311

IV.3.11.B. Competencias cognitivo-lingüísticas por tipo de ciencia y fases del ciclo de aprendizaje.....	314
IV.3.11.B.1. Fase de exploración.....	315
IV.3.11.B.2. Fase de introducción de nuevos puntos de vista.....	316
IV.3.11.B.3. Fase de formalización o síntesis.....	317
IV.3.11.B.4. Fase de aplicación y/o evaluación.....	317
IV.3.12. Análisis de las competencias cognitivo-lingüísticas según las personas que han hecho ciencia.....	318
IV.4. Estrategias metodológicas.....	321
IV.4.1. Estrategias metodológicas empleadas en las secuencias didácticas.....	322
IV.4.2. Estrategias metodológicas para los tres ciclos de Educación Primaria.....	322
IV.4.3. Estrategias metodológicas a lo largo del ciclo de aprendizaje.....	323
IV.4.4. Competencias cognitivas y métodos de enseñanza y aprendizaje.....	325
IV.4.4.A. “Observar, medir, recoger, registrar, construir”	325
IV.4.4.B. “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”	326
IV.4.4.C. “Buscar”	327
IV.4.4.D. “Formalizar o teorizar”	328
IV.4.4.E. “Relacionar, asociar”	330
IV.4.4.F. “Comparar, diferenciar, distinguir”	331
IV.4.4.G. “Clasificar”	332
IV.4.4.H. “Elaborar hipótesis”	333
IV.4.4.I. “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”	334
IV.4.4.J. “Analizar”	335
IV.4.4.K. “Sintetizar”	336
IV.4.4.L. “Organizar, estructurar, seriar, ordenar”	337
IV.4.4.M. “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”	338
IV.4.4.N. “Elaborar, jerarquizar, seleccionar”	340
IV.4.4.O. “Diseñar, inventar”	341
IV.4.4.P. “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”	343
IV.4.4.Q. “Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos”	344
IV.4.5. Desarrollo de estrategias cognitivas a través de los métodos de enseñanza y aprendizaje.....	345
IV.4.5.A. Estrategias de categorización.....	345
IV.4.5.B. Estrategias de formalización.....	347
IV.4.5.C. Estrategia de elaboración.....	349
IV.4.5.D. Estrategias de interpretación.....	350
IV.4.5.E. Estrategias de ajuste-adaptación.....	352
IV.4.5.F. Estrategias de organización del ajuste y creatividad.....	353
IV.4.6. Competencias cognitivo-lingüísticas y métodos de enseñanza y aprendizaje.....	354
IV.4.6.A. Descripciones.....	355
IV.4.6.B. Explicaciones.....	357
IV.4.6.C. Definiciones.....	360
IV.4.6.D. Justificaciones.....	362
IV.4.6.E. Argumentaciones.	365
IV.4.6.F. Interpretación de dibujos y fórmulas.....	366
IV.4.6.G. Otros (datos, hechos.....)	368

IV.4.7. Métodos de enseñanza y tipos de ciencia.....	369
IV.4.7.A. Ciencia hipotética.....	371
IV.4.7.B. Ciencia inductiva.....	373
IV.4.7.C. Ciencia deductiva.....	374
IV.4.8. Métodos de enseñanza y aprendizaje y personas que han hecho ciencia.....	376
IV.5. Perspectiva del discurso: dialógica o autoritaria.....	379
IV.5.1. Perspectiva del discurso a lo largo del ciclo de aprendizaje.....	380
IV.5.2. Perspectiva del discurso y métodos de enseñanza y aprendizaje.....	382
IV.5.3. Perspectiva del discurso y competencias cognitivas.....	384
IV.5.3.A. Perspectiva del discurso y competencias cognitivas por ciclos de Educación Primaria.....	387
IV.5.3.B. Perspectiva del discurso y competencias cognitivas a lo largo del ciclo de aprendizaje.....	388
IV.5.4. Perspectiva del discurso y estrategias cognitivas.....	391
IV.5.4.A. Perspectiva del discurso y estrategias cognitivas a lo largo del ciclo del aprendizaje.....	392
IV.5.5. Desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas a través de la enseñanza dialógica y autoritaria.....	394
IV.5.5.A. Desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas a través de la enseñanza dialógica y autoritaria a lo largo de los ciclos de Educación Primaria.....	395
IV.5.5.B. Desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas a través de la enseñanza dialógica y autoritaria a lo largo del ciclo de aprendizaje.....	396
IV.5.6. Perspectiva del discurso y tipo de ciencia utilizada en las secuencias didácticas	400
IV.5.6.A. Perspectiva del discurso y tipo de ciencia utilizada en las secuencias didácticas a lo largo del ciclo de aprendizaje.....	401
IV.5.7. Perspectiva del discurso y personas que han hecho ciencia.....	404
CAPITULO V. CONCLUSIONES.....	409
V.1. Con relación al primer objetivo O1 de la investigación.....	409
V.1.1. Conclusiones vinculadas al análisis del tipo de ciencia	409
V.1.2. Conclusiones vinculadas a la utilización de personas que han hecho ciencia.....	410
V.2. Con relación al primer objetivo O2 de la investigación.....	411
V.2.1. Conclusiones vinculadas a las competencias cognitivas.....	411
V.2.2. Conclusiones vinculadas a las estrategias cognitivas.....	415
V.2.3. Conclusiones relacionadas con el tipo de ciencia y competencias cognitivas.....	416
V.2.4. Conclusiones relacionadas sobre las personas que han hecho ciencia y competencias cognitivas	416
V.3. Con relación al tercer objetivo O3 de la investigación	417
V.3.1. Conclusiones vinculadas al desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas... ..	417
V.3.2. Conclusiones relacionadas sobre el desarrollo de las competencias y estrategias cognitivas a través de las competencias cognitivo-lingüísticas.....	419
V.3.3. Conclusiones relacionadas sobre el desarrollo de las competencias cognitivo-lingüísticas a través de los tipos de ciencia	420
V.3.4. Conclusiones relacionadas sobre el desarrollo de las competencias cognitivo-lingüísticas a través del empleo de personas que han hecho ciencia	420
V.4. Con relación al cuarto objetivo O4 de la investigación.....	421
V.4.1. Conclusiones vinculadas a los métodos de enseñanza y aprendizaje.....	421

V.4.2.	Conclusiones relacionadas sobre competencias cognitivas y métodos de enseñanza y aprendizaje	423
V.4.3.	Conclusiones relacionadas sobre el desarrollo de estrategias cognitivas a través de los métodos de enseñanza y aprendizaje	424
V.4.4.	Conclusiones relacionadas sobre competencias cognitivo-lingüísticas y métodos de enseñanza y aprendizaje	425
V.4.5.	Conclusiones relacionadas sobre el tipo de ciencia y métodos de enseñanza y aprendizaje	426
V.4.6.	Conclusiones relacionadas sobre métodos de enseñanza y aprendizaje y personas que han hecho ciencia.....	426
V.5.	Con relación al quinto objetivo O5 de la investigación.....	427
V.5.1.	Conclusiones vinculadas a la perspectiva del discurso.....	427
V.5.2.	Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y métodos de enseñanza y aprendizaje	427
V.5.3.	Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y competencias cognitivas	428
V.5.4.	Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y estrategias cognitivas	428
V.5.5.	Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y competencias cognitivo-lingüísticas	429
V.5.6.	Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y tipo de ciencia utilizada en las secuencias didácticas	429
V.5.7.	Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y personas que han hecho ciencia	430
V.6.	Limitaciones de la investigación.....	430
V.7.	Conclusiones y propuestas de cara a un futuro.....	431
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....		435
ANEXOS.....		487
Anexo I.	Número de actividades de cada Secuencia Didáctica.....	488
Anexo II.	Número de actividades en el primer ciclo por curso académico.....	489
Anexo III.	Número de actividades en el segundo ciclo por curso académico.....	490
Anexo IV.	Número de actividades en el tercer ciclo desglosados por cursos académicos.....	491
Anexo V.	Número de actividades por temas interdisciplinarios desglosados por ciclos y por cursos académicos.....	492
Anexo VI.	Número de actividades por temas de Física desglosados por ciclos y por cursos académicos.....	493
Anexo VII.	Número de actividades por temas de Biología desglosados por ciclos y por cursos académicos.....	494
Anexo VIII.	Número de actividades por temas de las Ciencias de la Tierra desglosados por ciclos y por cursos académicos.....	496
Anexo IX.	Número de actividades por temas de Tecnología desglosados por ciclos y por cursos académicos.	497

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Número de actividades analizadas desglosadas por cursos académicos, ciclo (C1 primer ciclo, C2 segundo ciclo y C3 tercer ciclo) y por las fases del ciclo de aprendizaje	171
<i>Figura 2.</i>	Número de actividades analizadas desglosadas por fase del ciclo de aprendizaje y por ciclo de Educación Primaria.....	172
<i>Figura 3.</i>	Cronograma y fases de la investigación realizada	178
<i>Figura 4.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas por ciclos de Educación Primaria.....	185
<i>Figura 5.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades con planteamiento hipotético por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	189
<i>Figura 6.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades con planteamiento inductivo por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	189
<i>Figura 7.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades con planteamiento deductivo por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	190
<i>Figura 8.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades totales por competencia cognitiva.....	197
<i>Figura 9.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas sobre el total de actividades en el primer ciclo de Educación Primaria.....	199
<i>Figura 10.</i>	Frecuencia relativa (%) de las actividades para las competencias cognitivas sobre el total de actividades en el segundo ciclo de Educación Primaria.....	200

<i>Figura 11.</i>	Frecuencia relativa (%) de las actividades para las competencias cognitivas sobre el total de actividades en el tercer ciclo de Educación Primaria.....	201
<i>Figura 12.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrolla cada competencia cognitiva sobre las actividades de la Fase de Exploración.....	202
<i>Figura 13.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrolla cada competencia cognitiva sobre las actividades de la Fase de Introducción de nuevos puntos de vista.....	204
<i>Figura 14.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrolla cada competencia cognitiva sobre las actividades de la Fase de formalización o síntesis.....	205
<i>Figura 15.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrolla cada competencia cognitiva sobre las actividades de la Fase de aplicación y/o evaluación.....	206
<i>Figura 16.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Observar, medir, recoger, registrar, construir” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	211
<i>Figura 17.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	213
<i>Figura 18.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Buscar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	214

<i>Figura 19.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Formalizar, teorizar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	215
<i>Figura 20.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Relacionar, asociar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	216
<i>Figura 21.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Comparar, diferenciar, distinguir” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	218
<i>Figura 22.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Clasificar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	219
<i>Figura 23.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Elaborar Hipótesis” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.	220
<i>Figura 24.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	222
<i>Figura 25.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Analizar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	223

<i>Figura 26.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Sintetizar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	224
<i>Figura 27.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Organizar, estructurar, seriar, ordenar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	226
<i>Figura 28.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	227
<i>Figura 29.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Elaborar, jerarquizar, seleccionar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	228
<i>Figura 30.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Diseñar, inventar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	229
<i>Figura 31.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	230
<i>Figura 32.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Establecer analogías, razonamiento analógico, ajustar modelos” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....	231
<i>Figura 33.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva categorización por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	234

<i>Figura 34.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva “formalización” por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	235
<i>Figura 35.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva elaboración por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	236
<i>Figura 36.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva interpretación por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	238
<i>Figura 37.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva ajuste-adaptación por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	239
<i>Figura 38.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva organización del ajuste y creatividad por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.....	240
<i>Figura 39.</i>	Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia ajuste-adaptación por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.	243
<i>Figura 40.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia ajuste-adaptación por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	243
<i>Figura 41.</i>	Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia categorización por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	245
<i>Figura 42.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia categorización por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	245
<i>Figura 43.</i>	Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia elaboración por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	246
<i>Figura 44.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia elaboración por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	247

<i>Figura 45.</i>	Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia formalización por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	248
<i>Figura 46.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia formalización por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	248
<i>Figura 47.</i>	Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia interpretación por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	249
<i>Figura 48.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia interpretación por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	249
<i>Figura 49.</i>	Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia organización del ajuste-creatividad por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	250
<i>Figura 50.</i>	Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia organización del ajuste-creatividad por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.....	251
<i>Figura 51.</i>	Número de actividades para las competencias cognitivas diferenciados por el tipo de ciencia planteada de cada actividad.....	255
<i>Figura 52.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas a lo largo de las 3972 actividades analizadas.....	262
<i>Figura 53.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas por cada ciclo de Educación Primaria.....	265
<i>Figura 54.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje..	269

<i>Figura 55.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en la Fase de Exploración.....	271
<i>Figura 56.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en la Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista.....	271
<i>Figura 57.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en la Fase de Formalización o Síntesis.....	272
<i>Figura 58.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en la Fase de Aplicación y/o Evaluación.....	272
<i>Figura 59.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Descripción” en cada una de las fases de la secuencia didáctica.....	274
<i>Figura 60.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Explicación” en cada una de las fases de la secuencia didáctica.....	276
<i>Figura 61.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Definición” en cada una de las fases de la secuencia didáctica.....	277
<i>Figura 62.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Justificación” en cada una de las fases de la secuencia didáctica.....	278
<i>Figura 63.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Argumentación” en cada una de las fases de la secuencia didáctica.....	280
<i>Figura 64.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Interpretación de dibujos y fórmulas” en cada una de las fases de la secuencia didáctica.....	282

<i>Figura 65.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan competencia cognitivo-lingüística “Datos, hechos y otros” en cada una de las fases de la secuencia didáctica.....	283
<i>Figura 66.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan competencia cognitivo-lingüística desglosados en estrategias cognitivas.....	286
<i>Figura 67.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Observar, medir, recoger, registrar, construir”	288
<i>Figura 68.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”	289
<i>Figura 69.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Buscar”	291
<i>Figura 70.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Formalizar, teorizar”	293
<i>Figura 71.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Relacionar, asociar”	294
<i>Figura 72.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Comparar, diferenciar, distinguir”	295
<i>Figura 73.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Clasificar”	297
<i>Figura 74.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Elaborar Hipótesis”	298

<i>Figura 75.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”	299
<i>Figura 76.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Analizar”	300
<i>Figura 77.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Sintetizar”	301
<i>Figura 78.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Organizar, estructurar, seriar, ordenar”	302
<i>Figura 79.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”	303
<i>Figura 80.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Elaborar, jerarquizar, seleccionar”	304
<i>Figura 81.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Diseñar, inventar”	305
<i>Figura 82.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”	307
<i>Figura 83.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos”	308
<i>Figura 84.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia.....	309

<i>Figura 85.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia en la fase de exploración	316
<i>Figura 86.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.....	316
<i>Figura 87.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia en la fase de formalización o síntesis.....	317
<i>Figura 88.</i>	Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia en la fase de aplicación y/o evaluación.....	318
<i>Figura 89.</i>	Número de actividades en las que se utilizan las estrategias metodológicas de enseñanza-aprendizaje en las 3792 actividades analizadas.....	322
<i>Figura 90.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Observar, medir, recoger, registrar, construir” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.	325
<i>Figura 91.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	327
<i>Figura 92.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Buscar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	328
<i>Figura 93.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Formalizar, teorizar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	329

<i>Figura 94.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Relacionar, asociar, (estrategia interpretación)” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	330
<i>Figura 95.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Comparar, diferenciar, distinguir” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	331
<i>Figura 96.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Clasificar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	332
<i>Figura 97.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Elaborar hipótesis” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	333
<i>Figura 98.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	334
<i>Figura 99.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Analizar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	336
<i>Figura 100.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Sintetizar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	337
<i>Figura 101.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Organizar, estructurar, seriar, ordenar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	338
<i>Figura 102.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	339
<i>Figura 103.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Elaborar, jerarquizar, seleccionar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	341

<i>Figura 104.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Diseñar, inventar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.....	342
<i>Figura 105.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.	343
<i>Figura 106.</i>	Número de actividades para la competencia cognitiva “Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje	344
<i>Figura 107.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva “Categorización” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.....	347
<i>Figura 108.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva “Formalización” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.....	348
<i>Figura 109.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva “Elaboración” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.....	350
<i>Figura 110.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva “Interpretación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.....	351
<i>Figura 111.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva “Ajuste-adaptación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.....	352
<i>Figura 112.</i>	Número de actividades para la estrategia cognitiva “Organización del ajuste y creatividad” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje	354
<i>Figura 113.</i>	Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Descripción” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.....	356
<i>Figura 114.</i>	Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Explicación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.....	358
<i>Figura 115.</i>	Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Definición” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.....	361

<i>Figura 116.</i> Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Justificación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje....	363
<i>Figura 117.</i> Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Argumentación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje	365
<i>Figura 118.</i> Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Interpretación de dibujos y fórmulas” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje	366
<i>Figura 119.</i> Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Otros: Datos, hechos, ...” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje	368
<i>Figura 120.</i> Número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje con ciencia hipotética por fase del ciclo de aprendizaje.....	372
<i>Figura 121.</i> Número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje con ciencia de carácter inductivo por fase del ciclo de aprendizaje.....	373
<i>Figura 122.</i> Número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje con ciencia deductiva por fase del ciclo de aprendizaje.....	375
<i>Figura 123.</i> Número de actividades propuestas en cada ciclo de Educación Primaria y desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	379
<i>Figura 124.</i> Número de actividades propuestas en cada fase desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	381
<i>Figura 125.</i> Número de actividades propuestas para cada de método de enseñanza y aprendizaje desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	383

<i>Figura 126.</i> Frecuencia relativa (%) del número de actividades propuestas para cada de método de enseñanza y aprendizaje desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	383
<i>Figura 127.</i> Número de actividades propuestas para las competencia cognitivas desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	385
<i>Figura 128.</i> Número de actividades propuestas para las competencia cognitivas para el primer ciclo de Educación Primaria desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	387
<i>Figura 129.</i> Número de actividades propuestas para las competencia cognitivas para el segundo ciclo de Educación Primaria desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	387
<i>Figura 130.</i> Número de actividades propuestas para las competencia cognitivas para el tercer ciclo de Educación Primaria desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	388
<i>Figura 131.</i> Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	391
<i>Figura 132.</i> Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas para la fase de exploración desglosados por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	392
<i>Figura 133.</i> Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas para la fase de introducción de nuevos puntos de vista desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	393
<i>Figura 134.</i> Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas para la fase de formalización, síntesis o reestructuración desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	393

<i>Figura 135.</i> Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas para la fase de aplicación y/o evaluación desglosados por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	394
<i>Figura 136.</i> Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas desglosados por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	395
<i>Figura 137.</i> Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas para la fase de exploración desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	397
<i>Figura 138.</i> Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas para la fase de introducción de nuevos puntos de vista desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	398
<i>Figura 139.</i> Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas para la fase de formalización o síntesis desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	398
<i>Figura 140.</i> Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas para la fase de aplicación y/o evaluación desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.....	399
<i>Figura 141.</i> Número de actividades propuestas para tipos de ciencia desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.....	400
<i>Figura 142.</i> Número de actividades propuestas para tipos de ciencia para la fase de exploración desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.....	401
<i>Figura 143.</i> Número de actividades propuestas para tipos de ciencia para la fase de introducción de nuevos puntos de vista desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.....	402

Figura 144. Número de actividades propuestas para tipos de ciencia para la fase de formalización o síntesis desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.....403

Figura 145. Número de actividades propuestas para tipos de ciencia para la fase de aplicación y/o evaluación desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.....404

LISTA DE TABLAS

Tabla I. <i>Estrategias cognitivas y las competencias cognitivas empleadas en la presente investigación.....</i>	89
Tabla II. <i>Número de secuencias didácticas analizadas desglosadas por sexo.....</i>	160
Tabla III. <i>Idiomas en las que se han elaborado los trabajos dirigidos.....</i>	160
Tabla IV. <i>Número de actividades analizadas desglosados por cursos académicos y por componentes de los grupos que han participado en su elaboración.....</i>	161
Tabla V. <i>Número total de actividades desglosadas por ciclos de Educación Primaria.....</i>	162
Tabla VI. <i>Número de actividades analizadas desglosados por cursos académicos.....</i>	162
Tabla VII. <i>Número de actividades analizadas desglosados por cursos académicos y por ciclos de Educación Primaria.....</i>	163
Tabla VIII. <i>Disciplinariedad de las secuencias didácticas por curso académico.....</i>	165
Tabla IX. <i>Temas de las secuencias didácticas desglosados por bloques de contenido del Diseño Curricular Base de 2007 desglosados por curso académico en el Primer Ciclo de Educación Primaria.....</i>	167
Tabla X. <i>Temas de las secuencias didácticas desglosados por bloques de contenido del Diseño Curricular Base de 2007 desglosados por curso académico en el Segundo Ciclo de Educación Primaria.....</i>	168
Tabla XI. <i>Temas de las secuencias didácticas desglosados por bloques de contenido del Diseño Curricular Base de 2007 desglosados por curso académico en el Tercer Ciclo de Educación Primaria.....</i>	169
Tabla XII. <i>Número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas., totales y por ciclo de Educación Primaria.....</i>	183

Tabla XIII. <i>Número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas., totales y por fases del Ciclo de Aprendizaje.....</i>	<i>187</i>
Tabla XIV. <i>Número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>191</i>
Tabla XV. <i>Número de actividades y científicos/as que aparecen por disciplina y tema</i>	<i>193</i>
Tabla XVI. <i>Número de actividades y científicos/as que aparecen por ciclo de Educación Primaria y fase del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>194</i>
Tabla XVII. <i>Competencias cognitivas desarrolladas en las actividades de Educación Primaria.....</i>	<i>196</i>
Tabla XVIII. <i>Número de actividades totales por competencia cognitiva y ciclo de Educación Primaria.....</i>	<i>198</i>
Tabla XIX. <i>Número de actividades del primer ciclo en las que se desarrollan las competencias cognitivas en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>208</i>
Tabla XX. <i>Número de actividades del segundo ciclo en las que se desarrollan las competencias cognitivas en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>209</i>
Tabla XXI. <i>Número de actividades del tercer ciclo en las que se desarrollan las competencias cognitivas en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>209</i>
Tabla XXII. <i>Porcentaje del número de actividades para cada estrategia cognitiva en Educación Primaria por fase del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>241</i>
Tabla XXIII. <i>Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivas desglosadas en tipo de ciencia y en fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>256</i>

Tabla XXIV.	<i>Personas científicas presentes en las secuencias didácticas y competencias cognitivas desarrolladas.....</i>	<i>258</i>
Tabla XXV.	<i>Número de actividades por competencia cognitivo-lingüística.....</i>	<i>259</i>
Tabla XXVI.	<i>Frecuencia relativa (%) del número de actividades calculados sobre cada ciclo de Educación Primaria.....</i>	<i>264</i>
Tabla XXVII.	<i>Competencias cognitivo-lingüísticas en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>268</i>
Tabla XXVIII.	<i>Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrollan las competencias lingüísticas sobre cada una de las fases</i>	<i>270</i>
Tabla XXIX.	<i>Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “descripción” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y en cada ciclo.....</i>	<i>275</i>
Tabla XXX.	<i>Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “explicación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>276</i>
Tabla XXXI.	<i>Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “definición-síntesis” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>277</i>
Tabla XXXII.	<i>Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “justificación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>279</i>
Tabla XXXIII.	<i>Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “argumentación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>280</i>

Tabla XXXIV.	<i>Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “Interpretación de dibujos y fórmulas” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>282</i>
Tabla XXXV.	<i>Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “Datos y hechos y otros” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>283</i>
Tabla XXXVI.	<i>Competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas según el tipo de ciencia y ciclos de Educación Primaria.....</i>	<i>312</i>
Tabla XXXVII.	<i>Competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas según el tipo de ciencia y las fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>314</i>
Tabla XXXVIII.	<i>Competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas según las personas que han hecho ciencia y ciclos de Educación Primaria.....</i>	<i>320</i>
Tabla IXL.	<i>Número de actividades y entre paréntesis la frecuencia relativa (%) de cada método de enseñanza y aprendizaje en cada uno de los ciclos de Educación Primaria.....</i>	<i>323</i>
Tabla XL.	<i>Número de actividades y entre paréntesis la frecuencia relativa (%) para cada método de enseñanza y aprendizaje en cada una de las fases de los ciclos de aprendizaje.....</i>	<i>324</i>
Tabla XLI.	<i>Métodos empleados en las actividades en las que aparecen personas que han hecho ciencia.....</i>	<i>376</i>
Tabla XLII.	<i>Personas científicas que aparecen en las actividades (Número de actividades, Tema de la secuencia didáctica, Estrategia Metodológica) por ciclos de Educación Primaria.....</i>	<i>378</i>
Tabla XLIII.	<i>Número de actividades y frecuencia relativa (%) para la enseñanza dialógica y directivo-autoritaria sobre el total de actividades.....</i>	<i>382</i>

Tabla XLIV.	<i>Frecuencia relativa (%) de las competencias cognitivas desarrolladas en actividades correspondientes a las actividades autoritarias sobre el total de actividades (43,7% de las actividades).....</i>	<i>386</i>
Tabla XLV.	<i>Frecuencia relativa de las competencias cognitivas desarrolladas en las actividades correspondientes a las actividades dialógicas sobre el total de actividades (56,3% de las actividades).....</i>	<i>386</i>
Tabla XLVI.	<i>Número de actividades para las competencias cognitivas desglosados por tipo de discurso y por fase del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>389</i>
Tabla XLVII.	<i>Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria</i>	<i>396</i>
Tabla XLVIII.	<i>Personas que han hecho ciencia y que aparecen en las secuencias didácticas a lo largo de los ciclos de Educación Primaria desglosados por la perspectiva del discurso y fases del ciclo de aprendizaje.....</i>	<i>406</i>

TABLAS EN ANEXOS

Anexo I. Tabla XLIX.	<i>Número de actividades de cada Secuencia Didáctica.....</i>	<i>488</i>
Anexo II. Tabla L.	<i>Número de actividades en el primer ciclo por curso académico</i>	<i>489</i>
Anexo III. Tabla LI.	<i>Número de actividades en el segundo ciclo por curso académico</i>	<i>490</i>
Anexo IV. Tabla LII.	<i>Número de actividades en el tercer ciclo desglosados por cursos académicos.....</i>	<i>491</i>
Anexo V. Tabla LIII.	<i>Número de actividades por temas interdisciplinarios desglosados por ciclos y por cursos académicos.....</i>	<i>492</i>

Anexo VI. Tabla LIV. <i>Número de actividades por temas de Física desglosados por ciclos y por cursos académicos.....</i>	493
Anexo VII. Tabla LV. <i>Número de actividades por temas de Biología desglosados por ciclos y por cursos académicos.....</i>	494
Anexo VIII. Tabla LVI. <i>Número de actividades por temas de las Ciencias de la Tierra desglosados por ciclos y por cursos académicos.....</i>	496
Anexo IX. Tabla LVII. <i>Número de actividades por temas de Tecnología desglosados por ciclos y por cursos académicos.....</i>	497

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

Números

1	Primer ciclo de Educación Primaria
2	Segundo ciclo de Educación Primaria
3	Tercer ciclo de Educación Primaria

Sufijos

-D	Deductivo
-I	Inductivo
-H	Hipotético

A

A	Argumentación
AA	Estrategia cognitiva ajuste adaptación
A-FAE	Fase de aplicación y/o evaluación
A-FE	Fase de Exploración.
A-FFRS	Fase de formalización, reestructuración o síntesis.
A-FINPV	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista
AN	Analizar

B

BU	Buscar
----	--------

C

C1	Primer ciclo de Educación Primaria
C2	Segundo ciclo de Educación Primaria
C3	Tercer ciclo de Educación Primaria
CA	Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir
CAT	Estrategia cognitiva categorización
CAV	Comunidad Autónoma del País Vasco
CL	Clasificar
“Comparar...”	Comparar, diferenciar, distinguir
CO	Comparar, diferenciar, distinguir

D

DCE	Didáctica de las Ciencias Experimentales
DF	Definición-síntesis-generalización
DF-FAE	Fase de aplicación y/o evaluación
DF-FE	Fase de Exploración.

DF-FFRS	Fase de formalización, reestructuración o síntesis.
DF-FINPV	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista
DS	Descripción
DS-FAE	Fase de aplicación y/o evaluación
DS-FE	Fase de Exploración.
DS-FFRS	Fase de formalización, reestructuración o síntesis.
DS-FINPV	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista
“Diseñar...”	Diseñar, inventar
DI	Diseñar, inventar

E

E	Explicación
E-FAE	Fase de aplicación y/o evaluación
E-FE	Fase de Exploración.
E-FFRS	Fase de formalización, reestructuración o síntesis.
E-FINPV	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista
“Establecer analogías...”	Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos
EARA	Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos
EH	Elaborar Hipótesis
EL	Elaborar, jerarquizar, seleccionar
ELA	Estrategia cognitiva Elaboración
“Elaborar...”	Elaborar, jerarquizar, seleccionar
E. P. o EP	Educación Primaria

F

FAE	Fase de aplicación y/o evaluación
FAE1	Fase de aplicación y/o evaluación. Primer ciclo de Educación Primaria
FAE2	Fase de aplicación y/o evaluación. Segundo ciclo de Educación Primaria
FAE3	Fase de aplicación y/o evaluación. Tercer ciclo de Educación Primaria
FAE-ME	Fase de aplicación y/o evaluación Método expositivo
FAE-MP	Fase de aplicación y/o evaluación Método de preguntas
FAE-MRP	Fase de aplicación y/o evaluación Método de resolución de problemas
FAE-MTP	Fase de aplicación y/o evaluación Método de trabajos prácticos
FAE-MSD	Fase de aplicación y/o evaluación Método de salidas didácticas
FAE-MMC	Fase de aplicación y/o evaluación Método de museos de ciencias
FAE-MJD	Fase de aplicación y/o evaluación Método de juegos didácticos
FAE-MUI	Fase de aplicación y/o evaluación Método de utilización de información
FAE-MRD	Fase de aplicación y/o evaluación Método de realización de debates
FAE-MI	Fase de aplicación y/o evaluación Método de interpretación
FAE-MPY	Fase de aplicación y/o evaluación Método de proyectos
FAE-MRF	Fase de aplicación y/o evaluación Método de relatos de ficción
FE1	Fase de Exploración. Primer ciclo de Educación Primaria.
FE2	Fase de Exploración. Segundo ciclo de Educación Primaria

FE3	Fase de Exploración. Tercer ciclo de Educación Primaria
FE-ME	Fase de Exploración. Método expositivo
FE-MP	Fase de Exploración Método de preguntas
FE-MRP	Fase de Exploración Método de resolución de problemas
FE-MTP	Fase de Exploración Método de trabajos prácticos
FE-MSD	Fase de Exploración Método de salidas didácticas
FE-MMC	Fase de Exploración Método de museos de ciencias
FE-MJD	Fase de Exploración Método de juegos didácticos
FE-MUI	Fase de Exploración Método de utilización de información
FE-MRD	Fase de Exploración Método de realización de debates
FE-MI	Fase de Exploración Método de interpretación
FE-MPY	Fase de Exploración Método de proyectos
FE-MRF	Fase de Exploración Método de relatos de ficción
FFS	Fase de formalización, reestructuración o síntesis
FFS1	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Primer ciclo de Educación Primaria
FFS2	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Segundo ciclo de Educación Primaria
FFS3	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Tercer ciclo de Educación Primaria
FFS-ME	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método expositivo
FFS-MP	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de preguntas
FFS-MRP	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de resolución de problemas
FFS-MTP	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de trabajos prácticos
FFS-MSD	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de salidas didácticas
FFS-MMC	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de museos de ciencias
FFS-MJD	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de juegos didácticos
FFS-MUI	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de utilización de información
FFS-MRD	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de realización de debates
FFS-MI	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de interpretación
FFS-MPY	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de proyectos
FFS-MRF	Fase de formalización, reestructuración o síntesis. Método de relatos de ficción
FINPV	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista
FINPV1	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Primer ciclo de Educación Primaria
FINPV2	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Segundo ciclo de Educación Primaria

FINPV3	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Tercer ciclo de Educación Primaria
FINPV-ME	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método expositivo
FINPV-MP	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de preguntas
FINPV-MRP	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de resolución de problemas
FINPV-MTP	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de trabajos prácticos
FINPV-MSD	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de salidas didácticas
FINPV-MMC	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de museos de ciencias
FINPV-MJD	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de juegos didácticos
FINPV-MUI	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de utilización de información
FINPV-MRD	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de realización de debates
FINPV-MI	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de interpretación
FINPV-MPY	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de proyectos
FINPV-MRF	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista. Método de relatos de ficción
FO	Formalizar, teorizar
FOR	Estrategia cognitiva Formalización

I

I	Estrategia cognitiva interpretación
ID	Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar
IDJ	Interpretación de Dibujos y Fórmulas ID
IDJ-FAE	Fase de aplicación y/o evaluación
IDJ-FE	Fase de Exploración.
IDJ-FFRS	Fase de formalización, reestructuración o síntesis.
IDJ-FINPV	Fase de Introducción de nuevos puntos de vista.
“Identificar” o “Identificación...”	Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar

J

J	Justificación
J-FAE	Fase de aplicación y/o evaluación
J-FE	Fase de Exploración.
J-FFRS	Fase de formalización, reestructuración o síntesis.
J-FINPV	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista

M

ME	Método Expositivo
MJD	Método de Juegos Didácticos
MH	Método Histórico
MI	Método de Interpretación
MMC	Método de Museos de Ciencias
MP	Método de Preguntas
MPY	Método de Proyectos
MRD	Método de Realización de Debates
MRF	Método de Relatos de Ficción
MRP	Método de Resolución de Problemas
MSD	Método de Salidas Didácticas
MTP	Método de Trabajos Prácticos
MSD	Método de Salidas Didácticas
MUI	Método de Utilización de Información

O

OAC	Estrategia cognitiva organización del ajuste
“Observar...”	Observar, medir, recoger, registrar, construir
OB	Observar, medir, recoger, registrar, construir
“Organizar...”	Organizar, estructurar, seriar, ordenar
OR	Organizar, estructurar, seriar, ordenar
Otros	Otras competencias cognitivo-lingüísticas
Otros-FAE	Otras competencias cognitivo-lingüísticas. Fase de aplicación y/o evaluación
O	Otros
OTROS	Otros (hechos, etc.)
Otros-FAE	Fase de aplicación y/o evaluación
Otros-FFRS	Fase de formalización, reestructuración o síntesis.
Otros-FE	Fase de Exploración.
Otros-FINPV	Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista

R

“Relacionar...”	Relacionar, asociar
RE	Relacionar, asociar
SEA	Secuencia de enseñanza y aprendizaje

S

SI	Sintetizar
----	------------

T

“Transferir...”	Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar
-----------------	--

TA Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar
TIC Tecnologías de la información y comunicación

V

“Valorar...” Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar
VA Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar

Las abreviaturas de las fases del ciclo de aprendizaje se van a emplear para facilitar la lectura.

Por otra parte las expresiones primera fase del ciclo de aprendizaje corresponde a la fase de exploración (FE), la segunda fase del ciclo de aprendizaje corresponde a la fase de introducción de nuevos puntos de vista (FINPV), la tercera fase del ciclo de aprendizaje corresponde a la fase de formalización o síntesis (FFS), y la cuarta fase del ciclo de aprendizaje corresponde a la fase de aplicación y/o evaluación (FAE)

Las fases centrales del ciclo de aprendizaje a los que se citan en la memoria son la fase de introducción de nuevos puntos de vista y la fase de formalización o síntesis. El inicio de la secuencia didáctica o del ciclo de aprendizaje se refiere a la fase de exploración, y el final a la fase de aplicación y/o evaluación.

Los términos directivo, directivo-autoritario, autoritario-directivo y autoritario se usan indistintamente a lo largo de esta memoria.

RESUMEN

Esta tesis se sustenta en las siguientes ideas claves: Por una parte la formación inicial del profesorado de Educación Primaria, por otra parte el modelo socioconstructivista, y finalmente las características de las actividades diseñadas. Se han analizado 2972 actividades diseñadas por el alumnado de Educación Primaria, estas actividades corresponden a la materia Ciencias de la Naturaleza (Conocimiento del medio según el currículum escolar de 2007). Las secuencias didácticas las ha elaborado el alumnado universitario, y para ello ha seguido los ciclos de aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1993 y 1996). En este contexto se ha planteado la pregunta: ¿Cómo diseña el alumnado de tercer curso del grado en Educación Primaria las secuencias didácticas formadas por ciclos de aprendizaje? El análisis se ha efectuado en base a cinco dimensiones: El tipo de ciencia y las personas del ámbito de la ciencia que aparecen en las actividades, las competencias y las estrategias cognitivas desarrolladas, las competencias cognitivo-lingüísticas presentes en las actividades y que desarrollan las competencias cognitivas, las estrategias metodológicas empleadas en las actividades y la perspectiva del discurso utilizada. Se ha combinado la metodología cualitativa (categorías de análisis) y cuantitativa (frecuencias absolutas y relativas) y, a través de las evidencias se han establecido las conclusiones. La primera dimensión depende de diversos factores ligados a las características de la muestra (tema y disciplinas científicas, características del alumnado, etc.), sin embargo las otras dimensiones dependen principalmente de la fase en la que se ubican las actividades. En menor medida varían con el ciclo de Educación Primaria (según el currículum escolar de la CAV de 2007). La muestra empleada implica limitaciones a la generalización de las conclusiones, y se proponen perspectivas de futuro de cara a completar la investigación.

TESIS DOCTORAL
Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas
Relativas a la Enseñanza de las Ciencias
en el Grado en Educación Primaria

CAPÍTULO

I

Introducción

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

I.1. Introducción

En esta memoria se presentan los antecedentes que ha llevado a desarrollar esta investigación y a elaborar la presente tesis doctoral. A continuación se subrayan los aspectos que, principalmente, han influido en el planteamiento del problema planteado en esta investigación.

La inspiración del presente trabajo se encuentra en la actividad docente desarrollada en asignaturas pertenecientes a diferentes títulos universitarios, habida cuenta de los cambios producidos en los planes de estudio ligados a la formación inicial del profesorado de Educación Primaria.

- Diplomatura de Educación Especial (asignatura “Didáctica del conocimiento del medio Físico-Natural”) desarrollada en la Escuela Universitaria de Magisterio de Donostia-San Sebastián (en la actualidad Facultad de Educación, Filosofía y Antropología). Se implantó el primer curso de la diplomatura en el curso 95/96.
- Grado en Educación Primaria (asignatura “Las Ciencias de la Naturaleza en el aula de Educación Primaria II”) desarrollado en el mismo centro (Etxabe Urbieto, Goyenechea Álvarez de Arcaya, Aguirrezabalaga Elosegui, F, Sanz Alonso, Barrutia Sarasua, Otermin Lizarralde 2015). Se implantó en el curso 2010/11.

Esta actividad docente se ha desarrollado en aulas universitarias desde la implantación de dichas asignaturas, en el caso de la diplomatura desde el curso 96/97 (la asignatura se ubicaba en el primer cuatrimestre del segundo curso), y en el caso del grado desde el 2012/13. Se ha inspirado en los modelos de formación de profesorado de ciencias y en las innovaciones y avances producidos en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE).

A lo largo de estas tres décadas, la experiencia docente desarrollada ha supuesto encontrar referentes que han ayudado a diseñar y desarrollar dichas asignaturas; sin embargo igualmente se ha constatado la necesidad de investigar los resultados obtenidos con el alumnado que en un futuro va a ser profesorado del aula de Educación Primaria.

En paralelo a la labor profesional está la formación en el área, gracias a la revisión bibliográfica y la asistencia a congresos y encuentros del área, que ha permitido conocer, analizar y valorar diferentes planteamientos de enseñanza y aprendizaje. Desde finales de la década de los 90, se han implementado las propuestas que estaban investigando y desarrollando en la Universidad Autónoma de Barcelona así como en otras universidades, y todos estos modelos han llevado a enriquecer el quehacer docente, e integrar e interrelacionar diferentes temas de la guía docente de las asignaturas. En particular ha permitido estructurar de forma innovadora aspectos teóricos y prácticos ligados a la formación de maestros y maestras, para que ellas y ellos sean competentes en el diseño, organización y secuenciación de las actividades de enseñanza-aprendizaje. El objetivo de estas actividades ha sido elaborar y construir conocimientos, y promover tareas innovadoras, por ejemplo actividades sobre detección de conocimientos previos, sobre género y ciencia o sobre evaluación. En este contexto, siempre se ha considerado que la preparación de las y los docentes de Educación Primaria, ha sido la adecuada para atender a las necesidades que han surgido de la implementación de las diferentes reformas educativas en la CAV y en las diferentes comunidades autónomas del Estado Español (Furió, Gil y Gavidia 1998).

En paralelo se han desarrollado proyectos educativos, y se han elaborado materiales docentes basados en diversos marcos teóricos, muchos de ellos basados en avances e innovaciones de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Gil, Furió y Gavidia 1998). Estos materiales están formados por los componentes básicos del proceso de enseñanza-aprendizaje (actividades), que han servido y que sirven al profesorado en activo, así como al alumnado que va a ser en un futuro cercano maestro/a de Educación Primaria (Arias, Flores y Porlán, 2001).

Las actividades que se realizan en la formación inicial de maestras y maestros, pretenden desarrollar competencias ligadas al desarrollo de secuencias didácticas constructivistas. En la guía docente consta que deben diseñar actividades de enseñanza-aprendizaje a partir de ideas acordes con las tendencias actuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La experiencia docente desarrollada a lo largo de tres décadas ha demostrado la utilidad y adecuación de las secuencias de actividades, siguiendo “ciclos de aprendizajes” (denominación propuesta por Robert Karplus en 1971 en la Universidad de Berkeley basados en planteamientos piagetianos). El modelo utilizado en la investigación ha tenido sus referencias en las propuestas de Jorba y Sanmartí (1996). Se han tenido en cuenta otras aportaciones, como la publicación de la que es coordinadora Neus Sanmartí (2002). También se han recogido aportaciones de diferentes universidades, por ejemplo de la Universidad de Sevilla, de los trabajos de Daniel Gil y Carlos Furió de la Universidad de Valencia, o del modelo de cambio conceptual, así como de un gran número de investigaciones realizadas en diferentes universidades del Estado Español y en diferentes países.

El interés por la formación inicial se debe, a que se trata de un periodo de formación, en el que deben afianzarse los conocimientos que necesita un docente, para aprender a desarrollar sus labores en las aulas con conocimientos sólidos y fundamentados en Didáctica de las Ciencias Experimentales. El alumnado universitario debe ser consciente de que los puntos de vista que se trabajan en las aulas, son diferentes a los que han conocido como estudiante. El alumnado necesita trabajo, implicación y compromiso, pero se trata de un periodo formativo al que hay que sacarle el mayor provecho posible, y hay que tratar de lograr los objetivos propuestos.

Lo que piensan, lo que saben hacer y lo que valoran lo van a reflejar en sus trabajos dirigidos, de modo que en dichos trabajos se expresan sus ideas y su forma de estructurar las actividades de enseñanza y aprendizaje. En las asignaturas que se imparten desde la década de los 90, se pretende que el alumnado implemente los ciclos de aprendizaje y que utilice métodos adecuados, tras haber cuestionado sus

concepciones sobre la ciencia, sobre la enseñanza y el aprendizaje y sobre las actividades de aula (Meyer, Tabachnick, Hewson, Lemberger y Park, 1999). Hasta que llegan a las aulas, poseen vivencias como estudiantes, y, en muchas ocasiones realizan aprendizajes, sin una sólida fundamentación teórica. Utilizan sus pensamientos docentes espontáneos implícitos para diseñar sus secuencias didácticas, en muchas ocasiones a partir de sus conocimientos empíricos.

A través del desarrollo de las guías docentes de las asignaturas universitarias, se pretenden desarrollar sus competencias, y se espera que les sea útil en su futura labor profesional como docentes en las aulas de Educación Primaria (Jiménez Aleixandre, Albaladejo i Marcet, Caamaño Ros, 1993).

A modo de hipótesis, se supone que identifican su modelo didáctico previo, que lo analizan y lo cuestionan, y que aplican sus aprendizajes basados en el modelo socioconstructivista y dialógico. Estos aprendizajes se realizan a lo largo de las actividades presenciales y no presenciales, y los deben aplicar y reflejar en las actividades realizadas, en especial en los trabajos dirigidos, cuyo análisis informa sobre sus aprendizajes. La interpretación de estos documentos es de gran importancia para mejorar la labor como profesorado universitario.

Por otra parte la interacción entre estudiantes, organizados en pequeños equipos de trabajo colaborativo, es un buen planteamiento para la labor docente. Entre el alumnado se produce una evaluación mutua de sus puntos de vista, y así se realiza además un aprendizaje entre iguales y un intercambio colectivo de sus puntos de vista. Estas interacciones entre iguales potencian su aprendizaje y desarrollan competencias de carácter profesional.

Además se ha tratado de abordar la máxima diversidad de temas presentes en el diseño curricular base, y un tratamiento equilibrado de las diferentes disciplinas que forman parte de las Ciencias Experimentales. Se han abordado diferentes temas, y se ha tenido en cuenta en la investigación, el amplio espectro de temas englobados en las ciencias experimentales.

I.2. Breve historia de la investigación

A principios de la década de los 90, en los inicios como docente del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la EHU-UPV, la lectura de publicaciones, libros y artículos de revistas como *Alambique* y *Enseñanza de las Ciencias* proporciona una adecuada formación en el área. La asistencia a congresos del área, por ejemplo, a Congresos como los de Santiago de Compostela en 1989, ESERA (Barcelona 2005) y, Barcelona y Granada (1993, 2001, 2005 y 2009), supone una buena oportunidad para aprender y para preparar tanto el concurso-oposición para la plaza de Titular de Escuela Universitaria (1995), como para realizar actividades, en primer lugar docentes, y a continuación investigadoras. De igual modo es enriquecedor el contacto con profesionales en actividades de formación permanente del profesorado.

En el contexto de la docencia universitaria la lectura de varias publicaciones como las de Jaume Jorba y de Neus Sanmartí (1996) titulado *“Enseñar, aprender y evaluar. Un proceso de regulación continua”*, así como de artículos de las revistas de investigación en Didáctica de las Ciencias. En estas publicaciones se proponen diferentes experiencias, y progresivamente se va delimitando los aspectos interesantes para realizar la investigación sobre la docencia en las aulas universitarias. También plantear la formación dedicada a la docencia universitaria es una buena oportunidad para diseñar secuencias didácticas con el alumnado universitario con la aplicación del modelo socioconstructivista conjuntamente a los ciclos de aprendizaje.

En este contexto, a finales de la década de los 90 y a principios del 2000, se realizan pequeñas experiencias en el aula, algunas de ellas más teóricas y otras más prácticas. La docencia siempre debe entenderse como una actividad teórico-práctica. El alumnado universitario realiza las actividades, tanto en las sesiones no presenciales como en las presenciales de tutoría. De este modo al evaluar sus trabajos dirigidos se obtienen consecuencias, en un primer momento ideas informales e indefinidas sobre la labor docente universitaria. Tanto en clase como en las sesiones de tutoría se plantean problemas y cuestiones sobre el proceso de

enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza. Se elaboran las actividades y se evalúan sus trabajos a lo largo de toda la asignatura.

A lo largo de dichos cursos académicos se va consolidando la necesidad de investigar sobre los trabajos elaborados. Se plantean preguntas como ¿Qué métodos usan?, ¿Qué contenidos seleccionan?, ¿Qué recursos emplean?, entre otras. La estructura cuatrimestral del curso académico, el alumnado matriculado, y la normativa de evaluación, no ayuda a la realización de la actividad investigadora. Además el alumnado acude a recoger los trabajos, y tampoco ayuda a investigar en profundidad sus trabajos y, en consecuencia autoevaluar la labor docente. Durante estos cursos académicos se implantaron las asignaturas de las diplomaturas y del curso de adaptación pedagógica y del master de formación del profesorado de secundaria.

En este contexto de enseñanza-aprendizaje de la didáctica de las ciencias experimentales, con un alumnado implicado hacia la enseñanza (principalmente Educación Especial), mayoritariamente mujeres, provenientes del bachillerato y formación profesional, algunos cursando la segunda diplomatura, se realizan en un primer momento pruebas “piloto”. Se analizan las actividades, pero no se encuentra un patrón (o variable) para realizar la investigación. En este momento surge la idea de aplicar los ciclos de aprendizaje, por una parte para reforzar el modelo socioconstructivista, y por otra parte para estructurar los trabajos dirigidos. Se realizaron pruebas “piloto” y se profundizó en las metodologías de investigación y en la definición de las categorías de la investigación.

Los primeros análisis realizados a principios de la década de los 2000, se dirigen a estudiar las estrategias metodológicas que utiliza el alumnado al elaborar las actividades siguiendo los ciclos de aprendizaje. Al no disponer de libros de texto estructurados en los ciclos de aprendizaje, se consideró la posibilidad de investigar sobre los trabajos dirigidos realizados por el alumnado universitario. Tras una selección de algunos trabajos, se hicieron pruebas sobre la categorización de las variables. Se obtuvieron los primeros resultados y se comenzó a diseñar lo que fue el

“germen” de la investigación, y posteriormente el desarrollo de la presente investigación.

Surgen problemas, pero se comparten experiencias entre el profesorado del área, y se resuelven nuestras inquietudes sobre la mejora de nuestra labor docente, sobre todo en la motivación y formación rigurosa del alumnado. Para ello, en la medida de lo posible se trabaja conjuntamente y se realizan experiencias para aprender, y de este modo mejorar la labor docente en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Fruto de una de estas actividades fue la elaboración de la producción audiovisual “Mujer y ciencia. Una pareja de hecho”

Unido al análisis de las estrategias metodológicas, a mediados de la década del 2000, se estudian publicaciones como “*Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria*” de Neus Sanmartí, o “*Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*” de Jaume Jorba, Isabel Gómez y Ángeles Prat. Igualmente se analiza la publicación coordinada por Neus Sanmartí “*Aprendre Ciències tot aprenent a escriure ciència*” y los artículos publicados por Mercé Izquierdo y Aureli Caamaño sobre el lenguaje y la ciencia escolar. Además la relectura de la conferencia de Mercé Izquierdo en los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales de Madrid (2001), y del artículo de Neus Sanmartí, Mercé Izquierdo y Pilar García de 1999 de la revista Cuadernos de Pedagogía “*Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias*”, se identifica la importancia de completar la investigación sobre las competencias cognitivas y cognitivo-lingüísticas. El artículo de Paolo Guidoni publicado en la revista Papers en 1990, ha proporcionado argumentos para desarrollar la investigación. Su posterior lectura proporciona argumentos para incluir en la investigación las estrategias cognitivas.

Con estos ingredientes, y otros aspectos importantes como la historia y filosofía de la ciencia, se concretan y se definen las variables de la investigación.

Como toda investigación, no resulta nada fácil diseñar la investigación y dedicar la continuidad y el tiempo necesario.

El alumnado aplica el modelo socioconstructivista y los ciclos de aprendizaje, se informe de la investigación sobre sus trabajos. La mayoría acepta depositar sus trabajos y se desarrolla la investigación siguiendo siempre normas éticas que deben poseer las investigaciones.

Una vez que se encuentra con la herramienta adecuada para realizar el análisis de las secuencias didácticas, se comienza a utilizar el programa SPSS21. Se establecen las categorías y se analizan una a una las actividades. El siguiente paso consiste registrar los de casos, y realizar pruebas sobre el análisis y datos recogidos. El alumnado realiza los trabajos, y todo ello se integra dentro de la docencia habitual.

Este proceso de investigación supone una nueva forma diferente de ver el proceso enseñanza-aprendizaje de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Proporciona la ocasión de replantear la docencia universitaria, y obtener información valiosa sobre los trabajos dirigidos.

La investigación ha sido enriquecedora, temporalmente muy larga, condicionado por las labores docentes, de gestión universitaria y familiares. En definitiva, supone visualizar y representar el área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales desde una perspectiva completamente diferente.

1.3. Organización general de la tesis doctoral

Los aspectos básicos y generales de la investigación se ha descrito en este primer capítulo.

En el segundo capítulo de la presente memoria se presenta el marco teórico en el que se ubica la presente investigación. Habida cuenta de que la investigación se desarrolla con maestras y maestros en formación, se ha optado por desarrollar brevemente diversos modelos de formación del profesorado de Ciencias Experimentales. Se relatan de forma genérica, tanto para el profesorado de Educación Primaria en diferentes universidades.

A continuación en esta memoria se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales. Su aprendizaje tiene lugar a través de la

construcción del conocimiento en las actividades en el contexto reglado aula. A partir de sus conocimientos previos el alumnado reelabora sus conocimientos y construye sus conocimientos sobre Didáctica de las ciencias. En esta perspectiva social del aprendizaje es muy importante considerar el papel de los modelos constructivistas y socioconstructivistas de enseñanza-aprendizaje y la secuenciación de actividades basados en estos modelos (punto 2 del marco teórico).

Toda vez que se pretenden analizar las actividades diseñadas por el futuro profesorado, en el punto 3 del marco teórico va a analizarse en profundidad el papel que desempeña el lenguaje en la elaboración de modelos científicos escolares. En este tercer apartado del marco teórico se parte desde una perspectiva del lenguaje en la ciencia (características del lenguaje científico y su relación con la elaboración de modelos científicos). A continuación describen los aspectos ligados al proceso de enseñanza y aprendizaje. En la primera parte se trata la relación con el aprendizaje de las ciencias, con el proceso de modelización (Sensevy y Santini 2006), en la formación del profesorado, su relación con la evaluación formadora, con la comunicación en el aula, con las dificultades que entraña para el alumnado y con dos de las competencias que aparecen en los diseños curriculares base (competencia científica y competencia lingüística).

Del mismo modo, ya que la investigación se va a realizar en base a una propuesta didáctica basada en ciclos de aprendizaje, también se desarrolla brevemente esta temática. A continuación se relatan los patrones estructurales del discurso científico, es decir la forma en la que se emplean el lenguaje en las clases de ciencias y las competencias cognitivo-lingüísticas y las competencias cognitivas que se desarrollan en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Estas estructuras lingüísticas se relacionan con las llamadas competencias cognitivo-lingüísticas, que se movilizan en el momento de producir o comprender mensajes lingüísticos a través de las actividades. Se especifican sus características, sus dificultades y ejemplos de actividades en los que se pueden desarrollar.

De igual modo se relacionan con el desarrollo de las estrategias y competencias cognitivas que se han empleado para categorizar y analizar las actividades. Se describe cada estrategia cognitiva y cada competencia cognitiva.

Este capítulo finaliza con una breve reseña sobre los discursos científicos, sobre la perspectiva autoritario-directiva y sobre la perspectiva dialógica. Igualmente se completa el marco teórico con algunos apuntes sobre las estrategias metodológicas sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales.

En el tercer capítulo se establece la metodología seguida en la presente investigación. En el primer apartado, se establecen los objetivos de la investigación. A continuación se sitúa la investigación en el marco de la investigación cualitativa y cuantitativa. Se definen las variables, y se presenta, el origen y características de la muestra de la investigación. Se explica cómo se ha realizado el análisis de los datos experimentales, se especifica el cronograma y se detallan los aspectos éticos.

En el cuarto capítulo se analizan los datos recogidos y se realiza un resumen de los resultados. En primer lugar, se analiza el tipo de ciencia y personas que han hecho ciencia que aparecen en las secuencias didácticas elaboradas. A continuación, en segundo lugar, se detallan las estrategias cognitivas y las estrategias cognitivas. En tercer lugar se especifican estrategias cognitivo-lingüísticas que han desarrollado en las actividades. En cuarto lugar se analizan las metodológicas, que han utilizado en las actividades, y finalmente en quinto lugar señalaremos la perspectiva del discurso que han empleado a lo largo del ciclo de aprendizaje.

En el quinto capítulo se exponen las conclusiones, se responde a los objetivos planteados en la investigación. Además se realizan propuestas con vistas a la futura labor docente e investigadora.

Finalmente en el capítulo seis se recogen las referencias bibliográficas utilizadas en la elaboración de la investigación. Al final de la memoria, en los anexos se detallan los datos sobre las secuencias elaboradas por el alumnado.

TESIS DOCTORAL
Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas
Relativas a la Enseñanza de las Ciencias
en el Grado en Educación Primaria

CAPÍTULO II

Marco Teórico

CAPÍTULO II . MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta la fundamentación teórica que sirve de marco a la presente investigación

II.1.- Modelos de formación del profesorado de ciencias experimentales

Esta investigación se enmarca en una propuesta de formación inicial del profesorado cuyo objetivo es describir y analizar el tipo de ciencia, las competencias cognitivas, las competencias cognitivo-lingüísticas, los métodos de enseñanza y aprendizaje y la perspectiva del discurso desarrolladas a través de las actividades diseñadas por alumnado universitario que cursa titulaciones con las que acceden a la profesión docente

II.1.1. Modelos de formación inicial del profesorado

La formación inicial del profesorado de Ciencias ha ido pareja a los modelos de enseñanza seguidos. Hasta hace unas décadas la formación estaba concebida desde una perspectiva academicista o enciclopédica. A partir de la consideración de la perspectiva psicológica se comienza a profundizar en aspectos psicopedagógicos. De esta forma los enfoques en la formación del profesorado han ido desde modelos basados en las disciplinas, hasta los sumativos e integradores o profesionalizadores.

Se ha realizado un gran número de investigaciones sobre diferentes aspectos del proceso enseñanza-aprendizaje (por ejemplo sobre concepciones alternativas o ideas previas) que unido a las reflexiones teóricas ha dado lugar a la emergencia del modelo socioconstructivista que unido a otras propuestas sobre formación del profesorado nos permite en la actualidad distinguir varios modelos de formación del profesorado. Por ejemplo Pérez Gómez (1992) propone la perspectiva académica (enfoque enciclopédico y enfoque comprensivo), perspectiva técnica (modelo de entrenamiento y modelo de adopción de decisiones), perspectiva práctica (enfoque tradicional y enfoque reflexivo) y perspectiva de reconstrucción social (Baird, Fensham, Gunstone y White, 1991).

Porlán (1993) señala tres tendencias relacionadas con la labor de enseñar:

- Tendencia tradicional (en el sentido academicista o enciclopedista) a la que se realizan tanto críticas científico-técnicas (necesidad de actualización epistemológica y psicosociológica) como las críticas ideológicas (necesidad de considerar los intereses, motivaciones y actitudes del alumnado).
- Tendencia tecnológica que aporta un conjunto de criterios racionales para planificar con rigor la intervención (Pro Bueno y Saura 2007), pero olvida la necesaria incorporación del alumnado al conjunto del proceso.
- La tendencia espontaneista como la que aporta una visión democratizadora de la dinámica escolar, pero olvida el carácter intencional de la enseñanza y la necesaria orientación que el profesorado ha de ejercer.

Martinand (1994), en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias considera tres modelos sobre los que nos podemos basar:

- Modelos basados académica, pedagógica, práctica, profesional, etc., de forma que se produce adquisición de conocimientos (Maiztegui, González, Tricárico, Salinas, Pessoa De Carvalho, Gil Pérez 2000, Pozo 2006).
- Modelos basados en competencias de carácter profesional, en los que el aprendizaje se produce por la observación de las competencias (por inmersión o ambientalización en el medio escolar) que se deben dominar (Santos Guerra 1988).
- Modelos basados en la "transposición", en el que se concibe la formación del profesorado a partir del estudio de la cadena *Conocimiento científico* → *Conocimiento a enseñar* → *Conocimiento enseñado* → "*saber apropiado*".

Hoy día, el proceso enseñanza/aprendizaje desarrollado en las aulas universitarias pretende fomentar la evolución del modelo que posee el alumnado universitario hacia un modelo socioconstructivista con la finalidad de que sea implementado en su labor profesional. Para ello en las aulas universitarias se

implementa un proceso de enseñanza y aprendizaje basado en casos, en problemas y en proyectos.

Además sobre la formación inicial del profesorado podemos señalar que:

- El profesorado en formación construye, entre otras, concepciones sobre la realidad (Claxton, 1987), sobre la ciencia y sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje (Fernández, Elórtogui, 1996, Porlán, Rivero y Martín, 1997). Estas concepciones sirven para interpretar la realidad, en nuestro caso el proceso enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Sin embargo estas concepciones previas pueden constituir barreras u obstáculos que dificultan la construcción de nuevos puntos de vista o la evolución hacia un conjunto de “constructos personales” de cada persona coherentes con modelos socioconstructivistas (Bachelard, 1938, Kelly, 1955, Pope, Gilbert, 1983, Claxton, 1994, Porlán, Cañal y García, 1988).
- Las concepciones implícitas de las maestras y maestros en formación determinan, entre otros aspectos, la metodología que utilizará en las actividades diseñadas al elaborar secuencias didácticas. En consecuencia el planteamiento de las actividades de estas secuencias didácticas dependerán de cómo creen que aprende el alumnado (Cleminson, 1990), de como se elabora el conocimiento científico, de las influencias que tiene la naturaleza de la ciencia en dicho proceso, y en consecuencia como se debe enseñar (Zimmermann, 2000, Aguirre, Haggerty y Linder, 1990).
- En base al modelo socioconstructivista se considera que las concepciones del profesorado en formación evolucionan en mayor o menor medida de manera consciente, y sufren procesos de reestructuración y construcción de nuevos significados, a través de la interacción social y el contraste con otras ideas y experiencias (Porlán, Rivero y Martín, 1997). Para ello es importante el diálogo, así como el análisis de situaciones docentes.

La evolución de estas concepciones puede ser dirigida (Cañal y Porlán, 1988, Porlán, Cañal y García, 1988, Porlán, Rivero y Martín, 1997, Porlán, 2001,

Furió y Carnicer 2002, Gil, Furió y Gavidia, 1998); o es el profesorado en formación quien debe tomar conciencia y controlar su propio aprendizaje (Gunstone, Baird y Northfield, 1993, Gunstone y Northfield, 1994, Gunstone y Mitchell, 1998, Gunstone 2000, Angulo y García, 1996b, 2001a, 2001b); o se dan procesos de cambio conceptual y reflexión sobre la práctica (Hewson, Tabachnick, Zeichner y Lemberger, 1999, y Hewson, Tabachnick, Zeichner, Blomker, Meyer, Lemberger, Marion, Park y Toolin, 1999) o se reflexiona sobre su práctica (Hewson 1993, Schön, 1993)

- Además consideramos que estas concepciones están ligadas con la naturaleza de las ciencias, con los factores que influyen en el aprendizaje, con el desarrollo de las competencias y con todos los restantes componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje (competencias, objetivos, contenidos, actividades, criterios y sistema de evaluación, temporalización, metodología y recursos didácticos principalmente).

II.1.2. Modelos de formación inicial del profesorado de ciencias en diferentes universidades

Varios equipos de investigadores/as han investigado sobre la innovación en la formación inicial del profesorado en diferentes países: España (Stenhouse, 1984, Gimeno y Pérez, 1985, Porlán, Cañal y García, 1988, Martín y Rivero, 2001, Furió y Gil, 1989, Angulo y García, 1996a, Angulo, 2002); Australia y Nueva Zelanda (Gunstone, Baird y Northfield, 1993, Fensham, Gunstone y White, 1994, Osborne y Wittrock 1983). Osborne y Freyberg, 1991), Norteamérica (Hewson, Tabachnick, Zeichner y Lemberger, 1999, Hewson, Tabachnick, Zeichner, Blomker, Meyer, Lemberger, Marion, Park y Toolin, 1999), los “Centre for science education” en el Reino Unido, así como el King’s College, Instituto de Educación de la Universidad de Londres, Universidad de Leeds (proyecto CLIS), Open University, Reading, Exeter, Surrey, Bristol y Oxford (Dumas-Carré, Furió y Garret, 1990), en Estados Unidos son secciones de los Departamentos de Educación de las Universidades de Cornell, Madison-Wisconsin, Colorado, Stanford, Luisiana (McDermott, 1990), en Francia los “Laboratoires de didactique” como el LIREST y el LDPES de la Universidad de Paris VII

y los IUFM (Joshua y Dupin 1993), en Suiza los LDES, en Alemania los “Instituten für die Pädagogik der Naturwissenschaften” como el de Kiel, en Italia los “Centro Nazionale di Ricerca”, entre otros.

Además cabe señalar los enfoques CTS y de educación para la sostenibilidad (Ziman 1985, Acevedo, 1996, Etxabe Urbietta 2001b, Etxabe Urbietta 2005a, Ríos y Solbes 2007, Pro, 2008, Etxabe Urbietta 2019c, Vilches, A. 2021) en el contexto anglosajón así como los proyectos PLON y NMEVO en Holanda (citado por Solbes, Dominguez, Furió, 2011), y también los proyectos centrados en las ideas previas (Hierrezuelo y Montero Moreno, 1989, Black y Lucas, 1993, Driver, 1986, 1988, 1999) en el Reino Unido. En la actualidad en el País Vasco se están impulsando los proyectos STEAM, de modo análogo a otras comunidades autónomas y a otros países. En los últimos Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales Greca (2021) señala que debe ser entendida como un enfoque contextualizado y transdisciplinario para preparar al alumnado hacia la participación en la resolución responsable de problemas sociales relevantes, todo ello en el marco de una perspectiva sostenible. Señalan que es una buena opción para el desarrollo competencial integral del alumnado de educación obligatoria, en particular en la etapa de Educación Primaria.

Unesco ha editado una publicación exponiendo contribuciones innovadoras en la formación de docentes La coordinación ha corrido a cargo de Robalino y Körner (2006). La Junta de Andalucía ha publicado los dilemas y preguntas ligadas con la educación científica (Castaño, Cuello, Gutiérrez, Rivero, Sampedro y Solís, en línea).

Desde una perspectiva general Deulofeu, Marquez y Sanmartí (2010) y Antonio de Pro (2011), han estudiado la formación del nuevo docente de educación secundaria en el estado español y OEI ha realizado numerosos estudios sobre la formación de los docentes. No en todos los centros y Departamentos existen las mismas competencias, pues mientras en algunos, como sucede en el Estado Español, se compaginan tareas de formación del profesorado y de investigación, hay otros países en los que existen centros dedicados en exclusiva a la investigación como los CNR de Roma o el IPN de Kiel.

Si bien no se trata de modelos idénticos todos ellos pretenden describir y analizar concepciones del profesorado en formación de diferentes niveles educativos para mejorar dicha formación.

De las diferentes propuestas subrayamos con las propuestas detalladas tras las investigaciones realizadas por los y las investigadoras de la Universidad Autónoma de Barcelona. Señalan que la evaluación es más que una herramienta clave para la regulación y autorregulación de los aprendizajes (Jorba y Sanmartí, 1996), que debe tomar parte desde el principio del proceso de enseñanza y aprendizaje, en las actividades diseñadas con el objetivo de que el alumnado sea autónomo, es decir para que controle conscientemente su propio aprendizaje siendo una evaluación formadora. Además la evaluación aporta al profesorado y al alumnado, información valiosa sobre el estado del aprendizaje y la reflexión sobre estos resultados es fundamental para introducir oportunamente las modificaciones que permitan lograr mejores aprendizajes (Black, y Wiliam, 1998).

En síntesis, este modelo considera que el profesional docente debe ser crítico, autónomo, que a través de la interacción social fomente el aprendizaje cooperativo y sea un profesional capaz de orientar sus acciones, que planifique y que a través de la metacognición aprendan a enseñar ciencias de modo que la evaluación sea entendida como regulación de los aprendizajes que impulsen el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales (Sanmartí, 2002, Pro Bueno, 2021). La evaluación se plantea como recogida de evidencias para tomar decisiones sobre la enseñanza y el aprendizaje, de manera que a través de la evaluación, llegue a favorecer la regulación del aprendizaje (García y Angulo, 2003). Igualmente Angulo y García, (1996b) y Angulo (2002) consideran que el profesorado en formación debe construir nuevos modelos didáctico de forma cooperativa, a partir de una reflexión de carácter metacognitivo, para que reconozca su propio modelo, lo evalúe y lo diferencie del que se le propone (Campanario y Otero 2000).

Además de este modelo subrayamos el modelo IRES, del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Sevilla, el modelo de Enseñanza-Aprendizaje por Investigación, que se lleva a cabo en la Universidad de

Valencia y otros modelos de otras universidades (Porlán 1998a y 1998b y Porlán 2001).

El grupo de investigación de la Universidad de Sevilla ha descrito minuciosamente y ha fundamentado su concepción investigativa del trabajo docente deseable para el profesorado de ciencias (Porlán y Martín, 1993 y 1996) y ha subrayado los obstáculos que existen en dicho trabajo. Esta investigación no se ha basado en este modelo si bien alguna de sus descripciones y obstáculos se han constatado en el día a día de la actividad docente e investigadora.

El modelo de “Investigación-Acción en el aula” (Porlán y Martín, 1996), y señalan, entre otros aspectos, que el punto de partida del profesorado en formación deben ser sus ideas iniciales sobre el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales (modelo didáctico personal inicial), para reconocer los problemas, dilemas y obstáculos que se generan en este proceso, contrastar a través del aprendizaje y de la reflexión sus concepciones y experiencias para evolucionar su modelo inicial, poner en práctica estas nuevas ideas y establecer procedimientos para evaluar las mismas (desarrollo curricular, investigación educativa y evaluación). Todo ello debe ir unido a un contraste de los resultados con las hipótesis de partida y con el modelo didáctico personal, para establecerse conclusiones, comunicarlas, identificar nuevas situaciones problemáticas en el aula y aplicar nuevamente este modelo.

Las referencias básicas de este modelo son:

- Las hipótesis de progresión que guían la organización y secuenciación de los contenidos escolares (Jiménez Aleixandre 2003) y profesionalizadores (Porlán, 1987, Porlán y Martín, 1996).
- El conocimiento profesional socioconstructivista, crítico, complejo, reflexivo e investigativo del profesorado (Martín y Rivero, 2001) que se construye progresivamente, a través de diferentes niveles de formulación, mediante la evolución y complejización del modelo didáctico inicial a través de aproximaciones sucesivas (Rivero García 2021).

Porlán y Martín (1996) y Porlán y Rivero (1998) han elaborado y descrito una propuesta formativa basada en lo que denominan “Ámbitos de Investigación Profesional” (AIP), a través de la cual intentan que el profesorado construya un conocimiento profesionalizador sobre enseñanza-aprendizaje de los contenidos (en nuestro caso Ciencias Experimentales). Este conocimiento profesionalizador (Porlán y Rivero, 2001) presenta ciertas analogías al conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1993), que es el conocimiento que el profesorado necesita para enseñar y para lograr que aprenda el alumnado (Smith y Neale, 1989). Su carácter es ambivalente e interrelaciona tanto la práctica como la profesionalización (Porlán, Rivero y Martín, 1998, Martín y Rivero, 2001). Se integran diferentes conocimientos didácticos aunque desde el punto de vista epistemológico existen diferencias entre las áreas de conocimiento. El profesorado estructura este conocimiento integrando la materia a enseñar, las concepciones del alumnado, las estrategias metodológicas, las finalidades de la enseñanza, la estructuración de los aprendizajes y otros aspectos, a partir de problemas relevantes y se elabora paso a paso (Porlán, Rivero y Martín, 1998, Martín y Rivero, 2001). En todo ello se entiende la investigación como un proceso general de producción de conocimientos a partir problemas de diversos, para su estudio en y desde la escuela, y conectadas con el entorno escolar y sus comunidades de aprendizaje (Rodrigo, Agra, Gómez, Morcillo, Unamuno y Vidal 1993).

En los últimos Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales Ana Rivero (2021) ha señalado que el conocimiento necesario para enseñar ciencias y las estrategias más adecuadas para favorecer su construcción, debe realizarse en contextos concretos y que plantean condicionamientos como exigencias y posibilidades que afectan al desarrollo profesional (Furió y Carnicer, 2002).

Su investigación considera clave el desarrollo profesional para salir de la rutina del aula (Rodrigo, 1994, Rodrigo, 2014), con la reflexión crítica sobre su práctica y el contexto donde se desarrolla, elaborar nuevas ideas, plantear nuevas hipótesis, nuevas estrategias y actividades, para generar una evolución significativa en sus ideas y prácticas (Lacueva, 2000). Todo ello cristaliza en desarrollos del conocimiento escolar y del profesional, su elaboración (Azcarate, Martín del Pozo y Porlán, 1998)

Rafael Porlán, a lo largo de sus investigaciones (Porlán y Rivero, 1998 y Porlán, Martín, Toscano, Rivero, Balenilla y otros, 2001) ha descrito ideas ligadas al conocimiento profesional (Martín y Rivero 2001), que se han integrado y sintetizado en forma de objetivos para un modelo de profesorado de formación inicial:

- Promover un conocimiento interdisciplinar, transdisciplinar y metadisciplinar (Porlán, Rivero y Martín, 1998), problematizado, evolutivo, complejo, con una visión crítica y contextualizada, de problemas socioambientales presentes en el medio.
- Desarrollar un conocimiento didáctico profesional epistemológicamente diferenciado (Porlán y Martín, 1994) de las experiencias, concepciones, modelos y cosmovisiones del alumnado, y promover la interacción significativa entre los conceptos estructurantes y problemas más relevantes de la práctica docente, con aplicación crítica y autónoma del currículo vigente.
- Impulsar la evolución progresiva de concepciones hacia un conocimiento más complejo, más reflexivo y más crítico del profesorado en formación a partir del interés, vocación, investigación, y autonomía, y estructurados en torno a problemas relevantes (Martín, Porlán y Rivero 2005).

De igual modo el equipo de Rafael Porlán ha constatado que el profesorado en formación observa al profesorado durante sus años en el aula, a lo largo de diferentes etapas educativas, que simplifican el conocimiento didáctico y que impiden abordar con rigor el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias experimentales (Porlán y Martín, 1994). Además señalan que estas visiones epistemológicas del profesorado en formación se convierten en obstáculos muy difíciles de superar:

- Una visión excesivamente conceptual y acumulativa, en menor medida sobre procedimientos y actitudes.

- Papel excesivamente activo del profesorado y excesivamente pasivo del alumnado.
- Considerar que el aprendizaje sólo es individual y no se realiza cooperativamente.
- Considerar la evaluación como un proceso independiente del proceso de aprendizaje desarrollado en el aula y no ligado problemas y ámbitos investigativos del proceso enseñanza / aprendizaje (Rodrigo Vega 1994).

En la Universidad de Valencia y en la Universidad del País Vasco se plantean críticas razonadas y con evidencias, para analizar el estado actual de la enseñanza en torno a algún aspecto o campo temático específico. Muestran las deficiencias como limitaciones del aprendizaje logrado por el alumnado, insuficiencias de los libros de texto y de las estrategias de enseñanza entre otros aspectos. Consideran que hay que mostrar con el mayor rigor las deficiencias, y señalan hasta que nivel existen estos problemas en el aula. El objetivo que plantean es identificar las lagunas para orientar la elaboración de propuestas innovadoras que den lugar a la solución. Tras este análisis cuidadoso y detallado, implementan propuestas para avanzar a la solución de estos problemas (Gil Pérez, Furió Más, Valdés, Salinas, Martínez-Torregrosa, Guisasola, González, Dumas-Carré, Goffard y Pessoa de Carvalho, 1999).

Daniel Gil y Carlos Furió consideran que en el profesorado novel debe producirse cambios conceptuales, metodológicos y de actitudes que denominan “cambio didáctico”. Indica que deben converger para que el profesorado de ciencias sea una persona investigadora (Furió y Gil, 1999). Subrayan además dificultades en la formación del profesorado como las serias limitaciones de los esfuerzos de innovación puntuales, la incidencia de las concepciones del profesorado y la escasa efectividad de transmitir a los docentes las propuestas de los expertos para su aplicación (Maiztegui, González, Tricárico, Salinas, Pessoa De Carvalho, Gil, 2000). También Vilches y Gil (2007) fundamentan propuestas de renovación de la formación del profesorado para el logro de una educación científica de calidad que responda a las nuevas necesidades sociales y ambientales. Señalan que la formación del profesorado y la propia actividad docente es una tarea compleja que exige romper

con concepciones simplistas, y hay que tomar en consideración las nuevas tareas que la humanidad exige hoy a la educación científica.

Consideran que el profesorado en formación tiene que implicarse en la construcción de los nuevos conocimientos didácticos, abordando los problemas que les plantea la enseñanza de las ciencias experimentales. Para ello consideran al profesorado en formación, como persona 'investigadora novel', que debe aprender a trabajar de forma cooperativa, elaborando gradualmente y continuamente nuevos conocimientos hasta lograr actitud investigadora y asumir el papel de la persona investigadora en el aula. Igualmente constatan que habida cuenta del reducido periodo de formación inicial, es prácticamente imposible alcanzar una preparación suficiente y adecuada, como para tener capacidad para investigar autónomamente en el aula. Daniel Gil y Carlos Furió señalan que además es importante promover una estructura de formación permanente que se extienda a lo largo de la vida profesional del profesorado de ciencias (Furió, 1994, Carnicer y Furió, 2002).

Análogamente al resto de los modelos de formación del profesorado, a lo largo de las tres últimas décadas estos autores han constatado la importancia que tiene el estudio de la construcción de los conceptos, el papel de las concepciones previas, la familiarización con el trabajo científico, atender a las actitudes que desarrollan hacia la ciencia, las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y al estudio crítico de los fundamentos de un currículo, así como, el papel de la evaluación como instrumento esencial en la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje (Adúriz-Bravo, 1999, Gil, Alonso y Torregrosa, 1993).

Alonso (1994) señala la función y las características debe tener la evaluación para ser coherente con la orientación constructivista del aprendizaje de las ciencias y en qué medida una nueva evaluación coherente con la enseñanza por investigación contribuirá a impulsar y mejorar el proceso de aprendizaje, ayudando al cambio conceptual, metodológico y de actitudes del alumnado y del profesorado (Tabachnick y Zeichner 1999).

En el ámbito norteamericano (Universidad de Wisconsin-Madison) el equipo de Peter Hewson (Hewson y otros, 1999a y 1999b) elaboró en la década de los 90 su

propuesta de formación inicial del profesorado de ciencias experimentales señalando que lo que el futuro profesorado piensa sobre la ciencia, sobre la enseñanza, sobre el aprendizaje y sobre los contenidos, influye en la forma en la que enseña ciencias. Este modelo se caracterizaba por el modelo constructivista (aprendizaje activo y social a partir de lo que saben y entendido como cambio conceptual) y por el necesario compromiso del futuro profesorado que reflexione sobre la práctica a través de la investigación-acción, cuya finalidad siempre es mejorar.

Este modelo de formación de profesorado está ligado al modelo de aprendizaje por cambio conceptual planteado por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) y que ha sido impulsada por Hewson (1981 y 1982). En este modelo, por una parte el status epistemológico es importante (Kuhn 1971), es decir para que en una persona ocurra el cambio conceptual debe estar preparado (insatisfacción de sus conocimientos) y debe utilizar el nuevo conocimiento (inteligible, plausible y fructífero). Por otra parte señala la importancia de la ecología conceptual incluyendo otros conocimientos que posee la persona y que interactúan con dichas ideas en el proceso de determinación y de cambio de su status. Hewson y Beeth (1995) y Vázquez Díaz (1995) consideran que el modelo del cambio conceptual es un modelo de aprendizaje (Dreyfus, Jungwirth y Elovith, 1990)

En consecuencia, siguiendo las ideas de Hewson y Hewson (1988), es necesario investigar sobre el pensamiento del futuro profesorado, e incluirlo dentro de las estrategias, contenidos y evaluación de los programas de nuestras asignaturas para que construya estructuras sobre el conocimiento disciplinar, sobre enseñanza-aprendizaje, sobre el alumnado, sobre la naturaleza de la ciencia y sobre otros aspectos, a partir de la puesta en práctica de sus concepciones iniciales y espontáneas sobre la docencia (Duschl y Gitomer, 1991). Esta es la idea que da cuerpo a la investigación desarrollada en esta tesis doctoral aunque la metodología seguida en la investigación no considera estrictamente el aprendizaje como un proceso de cambio conceptual (Hewson y Hewson, 1988) ya que entendemos el aprendizaje como un proceso progresivo en el que coexisten ideas nuevas y antiguas que se aplican en diferentes contextos.

Se considera que el futuro profesorado (Adúriz-Bravo, 1999) puede aprender a enseñar ciencias, apoyándose en un proceso en el que somete a reflexión y evaluación sus propias concepciones y las aplique al diseñar secuencias didácticas. De igual modo el alumnado debe ser consciente que posee conocimientos sobre ciencia, enseñanza, aprendizaje y sobre las características de las actividades planteadas en las secuencias didácticas elaboradas (Duschl, Hamilton y Grandy, 1990). La finalidad del diseño de secuencias didácticas no es la de provocar dicho cambio en el sentido estricto del Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), sino que el futuro profesorado aprenda a enseñar utilizando un nuevo modelo, valorando, reflexionando y comparando con su modo inicial de pensar, de sus puntos de vista e ideas iniciales. La reflexión y la interacción social es parte del modelo de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) y está íntimamente ligada a la práctica docente, del mismo modo que la investigación - acción es una estrategia para reflexionar sobre la práctica (Schön, 1993).

Por otra parte son interesantes las ideas de Richard Duschl (1995) en relación a la interacción social entre profesorado y el alumnado y entre el alumnado que juega un papel esencial ya que si se logra orientar adecuadamente, crea un ambiente de confianza y colaboración, de conversación evaluativa (Duschl, 1995), que posibilita el aprender de los demás dando lugar a la reflexión, a la argumentación (Revel Chion, Couló, Erduran, Furman, Iglesia y Adúriz-Bravo 2005), a la negociación de criterios, valorando requerimientos y con ello se llega a que el grupo genere principios tentativos de teoría y métodos de práctica que conllevan a la adopción de posturas críticas frente al conocimiento y a las situaciones del aula (Sánchez Mejía, González Abril, García Martínez 2013). Se establece así autonomía, en el paso de ser solamente aprendiz, para convertirse en alguien que entiende y controla su propio aprendizaje sobre qué y cómo enseñar ciencias.

De igual modo en universidades de Francia y Reino Unido existen propuestas de Formación del profesorado en ciencias. Viennot (1979), Tiberghien (en Driver, Guesne y Tiberghien, 1989), Paul Black (Black y Lucas, 1993) y Rosalind Driver (1986 y 1988, Driver, Leach, Millar y Scott, 1996, Driver, Squires, Rushworth, Wood-Robinson, 1999) son ejemplos que nos señalan la importancia de los conocimientos previos en

el proceso de enseñanza-aprendizaje y en consecuencia la importancia en la formación del profesorado. En el Reino Unido además de los trabajos de Rosalind Driver en la Universidad de Leeds y de Paul Black en el King College también es interesante subrayar Universidad de Oxford (Woolnough, 2000) donde sus programas de formación del profesorado de física como profesionales autónomos, supone que la autoevaluación va ligada a la continua resolución de problemas y se considera que se debe cumplir con las demandas de la realidad cambiante. En estos programas es fundamental formar al profesorado tutor de la y los futuras docentes para compartir los objetivos de la formación y para tratar problemas ligados a la diversidad de situaciones que se dan en las aulas. A pesar de que Woolnough (2000) conciba al profesorado como investigadoras/es de su práctica, no subrayan la importancia de tomar consciencia de los puntos de partida del conjunto de los modelos de enseñanza, y así ayudar al futuro profesorado a encontrar su propio estilo de enseñanza, sin imponer un solo modelo. Desde esta perspectiva es importante formar correctamente al profesorado tutor

Brousseau (1983) señala la importancia del contrato didáctico. Nott y Wellington (1998) subrayan la importancia de la naturaleza de la ciencia en la formación del profesorado. Igualmente en numerosas publicaciones se establecen nexos de unión entre la formación del profesorado, ciencia-tecnología-sociedad (Solomon y Aikenhead, 1994, Membiela 2002) y aspectos éticos de la ciencia (Reiss 1999).

Richard T White (1988) señala en el capítulo 10 que al enseñar es importante el contenido, seleccionar, comunicar, elaborar la presentación, cuestionar y realizar actividades de laboratorio y el estilo. Más adelante las investigaciones desarrolladas en las universidades de Monash y Melbourne llegaron a la conclusión de que el trabajo colaborativo y la metacognición son muy importantes en la formación del profesorado (Fensham, Gunstone y White, 1994, White, 1999). Al ser la metacognición la comprensión y el control consciente sobre el propio aprendizaje consideramos que es una competencia básica en la formación del profesorado de ciencias (García y Angulo, 2003) ya que permite desarrollar la capacidad de reflexionar activamente y colaborativamente e impulsar actitudes para un

aprendizaje activo y continuo, además de fomentar la autonomía y la capacidad de reconocer, evaluar y tomar decisiones respecto a sus concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

En el primer capítulo (Fensham, Gunstone y White, 1994) señalan la importancia, no sólo de dominar en profundidad los contenidos (Gil, 1993), sino de la importancia del conocimiento de la disciplina que se va a aplicar en la enseñanza, de la variedad de contenidos científicos, de la complejidad del contenido científico y la importancia de llevar a la práctica este contenido científico. Del mismo modo en el capítulo 10 R. F. Gunstone señala que el profesorado necesita entender las disciplinas que enseñan, entender lo que se sabe sobre la enseñanza, la importancia del contexto en la reflexión sobre el proceso enseñanza/aprendizaje y la importancia de la metacognición sobre el cambio conceptual (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002). Señala que el término cambio conceptual hay que entenderlo desde una perspectiva más amplia y que hay que ir más allá del modelo propuesto por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) relacionando cambio conceptual con metacognición.

El análisis y las recomendaciones de John R. Baird, Fensham, Gunstone y White (1991) son sumamente interesantes. Señalan las competencias, implicaciones y recomendaciones para la formación del profesorado desde una perspectiva abierta, flexible y holística: importancia de adquirir el conocimiento de la complejidad del sistema aula de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, poseer la competencia metacognitiva para explicar por qué ocurre en base a lo que hace y ocurre en sus aulas, ser capaz de describir y recoger información de todo lo que acontece en las aulas, necesidad de colaborar con el alumnado, con el profesorado y con profesionales, necesidad de generalizar los nuevos conocimientos en otros contextos, con otro profesorado o con otros contenidos, y finalmente, asumir que la ciencia es necesaria para una educación integral del alumnado. Para la etapa Educación Secundaria es destacable el estudio de Márquez (2009).

Osborne y Freyberg (1991), en coherencia con el modelo de aprendizaje generativo (generación o construcción de conocimientos), considera, entre otros, los

siguientes roles para el profesorado de ciencias que integran distintos aspectos ligados a la formación del profesorado:

- El profesorado como agente motivador, aprovechando el control voluntario del alumnado sobre su propia atención.
- El profesorado como agente diagnosticador, mostrándose sensible a las ideas del alumnado, realizando cambios como consecuencia del diagnóstico, acerca del clima del aula, así como las respuestas dadas en todas las actividades formativas y de evaluación.
- El profesorado como guía, u persona orientadora para enlazar sus ideas previas con lo nuevo, requiriéndose un profesorado activo que interaccione continuamente con el alumnado mientras éste aprende.
- El profesorado como persona innovadora potenciando un entorno para un aprendizaje eficaz encontrando nuevos modos de ayudarles a percibir las ideas de las personas científicas con mayor inteligibilidad y plausibilidad.
- El profesorado como persona experimentadora, investigando continuamente el aprendizaje del alumnado, evaluando el éxito de la secuencia didáctica evaluando los conocimientos del alumnado antes y después así como la valoración de la calidad de la enseñanza.
- El profesorado como persona investigadora, intercambiando sus ideas y hallazgos con otras/os docentes, teniendo entusiasmo e inquietud de búsqueda.

Son cualidades que inciden en y sobre la práctica, complementarios, coincidentes con el modelo constructivista y coherentes con los modelos reflexivos. Lo primordial es la construcción de conocimientos una vez que se reflexiona en y sobre la práctica y se coteja con otras experiencias similares.

De las aportaciones de este equipo de personas investigadoras en relación a la metacognición, son destacables:

- Su visión holística (en consonancia con las ideas de Brian Woolnough publicadas en el análisis crítico editado por Jerry Wellington, (1989) en la que el alumnado debe reconocer y evaluar sus ideas y creencias, teniendo en cuenta principalmente cuales son las metas de aprendizaje.
- Las aplicaciones teóricas y prácticas del conocimiento.
- El contexto en el que se va aplicar (Kirkham en el capítulo 8 de Wellington, 1989).
- Las estrategias de enseñanza/aprendizaje.
- La importancia de las concepciones sobre ciencia, su imagen y las concepciones epistemológicas del alumnado.
- La importancia de la evaluación para el aprendizaje de la “buena ciencia”.

Woolnough, (2000) ha señalado que detrás de la inadecuada formación del profesorado puede estar la visión de que sólo hay una forma de enseñar ciencias y que es la mejor independientemente de las condiciones del profesorado, del alumnado y de la escuela. Por otra parte consideran que las múltiples facetas de la metacognición son complementarias (no alternativas), y que nos muestra la complejidad del proceso enseñanza / aprendizaje de las ciencias.

En síntesis es fundamental que el futuro profesorado aprenda a reflexionar sobre sus conocimientos respecto a la enseñanza de las ciencias y sobre su práctica, desde un conocimiento teórico que le dé sentido a sus ideas. Debe aprender a tomar decisiones más adecuadas, respecto al aprendizaje del alumnado de su aula en el curso en el que imparte, en base a conocimientos sólidos sobre qué enseñar, cómo enseñar, como mejorar el aprendizaje de las competencias, las razones y la finalidad de enseñar y la forma de evaluar el proceso, aspectos todos ellos interrelacionados. De igual modo la construcción del conocimiento sobre el proceso enseñanza-aprendizaje es evolutiva debiendo reconocer su modelo inicial y diferenciar del nuevo modelo socioconstructivista para que reflexione opte en su recorrido profesional por el modelo que considere más adecuado. Esta idea es diferente al modelo de cambio

conceptual de Hewson y es más cercano al modelo neozelandés y de la Universidad Autónoma de Barcelona más abiertos y más flexibles. La concepción adoptada sigue el modelo socioconstructivista y es más cercana a la idea de que aprender a enseñar ciencias como un cambio de puntos de vista en el cual, el futuro profesorado de ciencias pasa por un proceso de reflexión metacognitiva, con actividad autónoma y actividad dirigida, desde una perspectiva crítica, a través de la interacción social, en una continua autoevaluación y en un continuo proceso de investigación que pretende hallar respuestas a los problemas que ocurren en el aula.

Se propone que nuestro alumnado se base en conocimientos sólidos de ciencias y didáctica de ciencias, aprenda a ser autónomo, aprenda a reflexionar, que parta de sus ideas iniciales para aprender a construir sobre su práctica, que aprenda a obtener resultados que le informen sobre la mejora su práctica docente, y que se considere una persona investigadora en el aula. Sin embargo los condicionamientos de nuestros planes de estudio, y los problemas ligados a la implicación del alumnado en la resolución original de problemas que no tienen repercusión en aulas no universitarias, nos impiden que podamos consiguamos plenamente nuestros objetivos. A pesar de ello es importante motivar hacia la reflexión y la investigación, y lograr que adquieran conocimientos básicos que ha generado la actividad investigadora en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Una vez que se han analizado los modelos de formación del profesorado de Ciencias vamos a centrarnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales en el aula. Vamos a considerar dos bloques temáticos que se desarrollarán en apartados diferentes

- Modelo constructivistas y socioconstructivista de enseñanza-aprendizaje. Secuenciación de Actividades basados en estos modelos.
- El papel que desempeña el lenguaje en la elaboración de modelos científicos escolares por parte del alumnado (Boulter, 2000).

En un artículo reciente de Merçe Izquierdo y de Joaquín Giménez (2020) se citan a dos profesores del ámbito de la Didáctica de las Ciencias, recientemente

fallecidos, que “sintieron la necesidad de ampliar el marco teórico didáctico de su materia para reflexionar sobre ella y enseñarla mejor, para comprender cómo se produce este proceso complejo de aprendizaje que culmina al conseguir transformar a nuestro alumnado con los que compartimos conocimientos, y formas de hablar y de pensar”. Señalan que a lo largo de su vida académica e investigadora trataron de buscar relación con nuevos aspectos emergentes en la enseñanza de las ciencias, para plantear nuevas preguntas y, generar nuevas ideas sobre la didáctica de las Ciencias.

John K. Gilbert participó en la creación de la ESERA, en 1995. Impulsó la enseñanza mediante modelos y modelización, Se basó en trabajos de Ronald Giere sobre modelos cognitivos de ciencia y aportó una visión naturalizada, contextualizada, modeladora de la enseñanza de las ciencias (Giere 1988, 1999a y 1999b). Igualmente nos ha dejado recientemente Ronald Giere que desarrolló una concepción de ciencia “naturalista”, según la cual los científicos son considerados “agentes cognoscitivos” que piensan y toman decisiones como lo hacen todas las personas, y no requiere un tipo especial de racionalidad. Huyó del dogmatismo y del escepticismo y relacionó la generación de conocimientos científicos y el conocimiento en el alumnado. Propuso plantear actividades similares a la de las personas de la ciencia para explicar el mundo en el que vive el alumnado, aunque no lo necesite a través de un nuevo lenguaje (Giere 1988, 1999a y 1999b). Habla de explicaciones científicas, establece el concepto de hipótesis teóricas, liga todo ello con la Teoría de los Modelos Mentales desarrollada por Johnson Laird en 1983. Propone que las explicaciones del alumnado deben evolucionar a modelos que van evolucionando a medida que corresponden con los sistemas que se estudian (Gilbert 2004). Sus ideas han colaborado al desarrollo de investigaciones sobre modelos y modelización (Greca y Moreira, 2000, Moreira 2001), con nuevas propuestas docentes para solucionar el problema de dar sentido a los lenguajes abstractos, teóricos, de las ciencias (Gilbert, Boulte, y Rutherford 1998, Etxabe Urbietta 2019e).

José María Oliva (2021) propone elaborar modelos se entiende como analogías, maquetas y modelos a escalas, experimentos mentales, simulaciones, etc., y que los recursos sirven como vehículo metodológico para la enseñanza-aprendizaje basado

en modelos y en modelización (Harrison y Treagust, 2000), y que además, está aportando una nueva mirada a estos recursos (Sensevy, Tiberghien, Santini, Laubé y Griggs 2008), para generar una base teórica aglutinadora dentro de la didáctica de las ciencias (Galagovsky y Adúriz-Bravo 2001).

Por otra parte se está implementando en muchos países la metodología de Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación, es decir un aprendizaje basado en la experimentación y para construir sus interpretaciones del medio Físico y Natural. Se aplican procesos y valores de las Ciencias para plantear buenas preguntas, diseñar para obtener evidencias, razonar y evaluar las evidencias a la luz de lo que se conoce en cada momento. El protagonista es el alumnado que sintetiza, discute, se basa en hechos y datos, justifica, argumenta y construye nuevos conocimientos (Hart, 2007, Harlen, 1999 y 2001).

Cantó Domenech, De Pro y Solbes (2016) señalan para Educación Infantil que las ciencias no tienen la presencia deseada en muchos casos. Inciden en el alumnado no detecta o que huye de las ciencias, que hay que enseñar a cómo enseñar, que el curriculum no es claro y que precisa una ligera atención para su secuenciación (Pro Bueno y Pro Chereguini, 2010), que hay que enseñar a hacer ciencia, desarrollar proyectos de aula interdisciplinares en base a la metodología científica y a las de argumentación, y que con todo ello se deben desarrollar las habilidades de los procesos científicos, de razonamiento y de pensamiento crítico para fomentar el desarrollo cognitivo, las actitudes positivas hacia ciencia y a iniciar, en definitiva, la construcción de una base científica para su futuro (Eshach y Fried, 2005, Etxabe Urbieta, Aranguren Garayalde, 2013). Subrayan las dificultades del alumnado de grado ya que en ocasiones lo que enseñamos no encaja con la práctica educativa, y les lleva a pensar que formamos en quimeras o planteamientos poco viables. Señalan que hay que mejorar la preparación del profesorado de Educación Infantil, que existe falta de tradición en el área, prejuicios sobre las posibilidades del alumnado de infantil, y declaran que la investigación es prioritaria.

Finalmente señalar la visión que promueven Amparo Vilches y Daniel Gil (2007) para abordar globalmente, sin olvidos ni reduccionismos, el sistema cada vez más

complejo constituido por las sociedades humanas y los sistemas naturales con los que interactúan, y de los cuales forman parte, ha sido la razón fundamental del surgimiento, a principios del siglo XXI, de la Ciencia de la Sostenibilidad como nueva disciplina científica capaz de integrar campos aparentemente inconexos, pero que tienen en común el referirse a acciones humanas que afectan al conjunto de la biosfera.

II.2. Modelos sobre enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales

En este apartado se describen los modelos sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales (Astolfi y Develay, 1989).

II.2.1 Modelo constructivistas y socioconstructivistas de enseñanza-aprendizaje

Los modelos sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza representan los elementos y las relaciones que se producen entre ellos en el aula o fuera del aula escolar. El alumnado de grado ha participado en este sistema a lo largo de muchos años, y en consecuencia posee sus representaciones. Estos modelos implícitos influyen en la enseñanza y en el aprendizaje universitario. Por ello es importante que el alumnado sea consciente de que posee estas ideas, que estas ideas las ha elaborado como consecuencia de inmersión en las escuelas, pero son ideas a las que le falta una sólida base psicopedagógica, sociológica y epistemológica (Lemberger, Hewson y Park, 1999). Sus ideas las deben contraponer a las ideas teóricas aceptadas, y en consecuencia es posible que las tenga que cuestionarlas críticamente, para que sus ideas empíricas evolucionen hacia las ideas teóricas aceptadas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje (Enesco y Delval, 2006a y 2006b). Así podrá adecuar, tendrá herramientas y podrá realizar modificaciones para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Diferentes autores como Angulo y García (2001a), Gunstone, Baird y Northfield (1993), Leach y Scott, (2002 y 2003) y Ametller (2011) expresan que en la formación inicial del profesorado se aprenden modelos de enseñanza-aprendizaje diferentes a su propia experiencia previa empírica, y que en consecuencia, este aprendizaje

supone cuestionar sus conocimientos, y estructurar nuevos aprendizajes coherentes con las aportaciones de diferentes disciplinas (Aliberas, Gutiérrez, Izquierdo, 1989).

Tras analizar del proceso enseñanza–aprendizaje de las ciencias experimentales en las últimas décadas, se constata que ha habido cambios en el modelo educativo de la enseñanza de las Ciencias Experimentales. Estos cambios producidos principalmente en el mundo anglosajón, derivados de causas geopolíticas (por ejemplo el lanzamiento del Sputnik), o a causa de la generación de nuevos modelos psicológicos y pedagógicos derivados de la evaluación de los aprendizajes del alumnado que había seguido proyectos de descubrimiento autónomo (por ejemplo Nuffield, PSSC, BSSC), y a causa de investigaciones producidas en las aulas se gesta el modelo socioconstructivista. Se produce como alternativa a la enseñanza transmisora y a los proyectos centrados básicamente en el método científico de carácter inductivo (observación de los resultados de la experimentación autónoma cuya misión era que el alumnado descubriera el conocimiento por sí mismo, como señalan (Hodson, 1986 y 1988, Adúriz-Bravo, Izquierdo y Estany, 2002) y Millar y Driver (1987). El incremento de la motivación, ni la mera enseñanza teórica había supuesto mejores aprendizajes, ni en el ámbito conceptual, ni en el ámbito de la verdadera investigación científica, ni en las actitudes hacia la ciencia (Gil-Pérez, 1983). Además en la década de los setenta, se constató la existencia de concepciones o ideas alternativas a las ciencias experimentales, que obstaculizaban el aprendizaje de los conceptos básicos de las ciencias experimentales (Viennot 1979, Millar y Driver, 1987, Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Así, hacia finales de la década de los setenta y ochenta, emergió el modelo socioconstructivista sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, como una respuesta a estas crisis (Bybee, 1993, Anderson y Mitchener, 1994, Rodríguez y de Pro, 2018). Este modelo se caracteriza por tener en cuenta la interpretación del alumnado sobre los fenómenos físicos y naturales (Gutiérrez, Marco, Olivares y Serrano, 1990), tienen en cuenta además nuevas visiones psicológicas como las de Ausubel, Novak y Hanesian (1978), Vygotsky o Piaget (Enesco, 2003), y de igual modo nuevas visiones sobre la epistemología y sobre la filosofía de la ciencia (Burbules y Linn, 1991). Se constata en este modelo socioconstructivista que para que se

produzca aprendizaje de las ciencias, deben cambiar o evolucionar estas ideas hacia las ideas de los científicos y científicas (Driver y Oldham, 1986, Porlán, Cañal y García, 1988, Duit, 2006). Se diferencian las ciencias de las personas que hacen ciencia, la ciencia que se enseña y la ciencia que se aprende en las aulas (Adúriz-Bravo, Izquierdo, 2003).

A partir de la década de los 80, el socioconstructivismo ha sido un modelo que ha fundamentado numerosas investigaciones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, e históricamente, ha llegado a tener múltiples enfoques, interpretaciones y denominaciones (Marin y Benarroch 1994, Marin, 1997, Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009).

Se realizan estudios sobre perspectivas epistemológicas y cognitivas (Von Glasersfeld, 1989, Tobin, 1993, Fensham, Gunstone y White, 1994, White 1999) o en base a enfoques reflexivo sobre la práctica (Erickson y MacKinnon, 1991, Schön, 1988 y 1991). Este constructivismo cognitivo individual o personal se basa en que el aprendizaje es un proceso de construcción cognitivo individual basado en la interacción de cada persona con el medio Físico y Natural (Pro Bueno y Miralles, 2009). Pero el aprendizaje de las ciencias tiene lugar en las aulas, y por ello además se trata de un proceso social, que se realiza entre diferentes personas (Saura Soler, García de las Bayonas, Martínez Muñoz y Grupo Johann Kepler, 1989).

Sobre el modelo constructivista podemos señalar que el alumnado, mentalmente reconstruye los conocimientos e ideas que se han generado a lo largo de la historia de la ciencia. Cada teoría psicológica ofrece su punto de vista. Piaget relaciona el aprendizaje de las personas con operaciones cognitivas que se integran en las estructuras mentales de las personas (Shayer y Adey 1984). Las personas, de acuerdo a su maduración biológica, elaboran progresivamente el conocimiento y por ello se le denomina también epistemología genética. Diferencia y desarrolla diferentes estadios evolutivos, y la asimilación o aprendizaje se identifica con la puesta en práctica de operaciones cognitivas (acciones interiorizadas) en diferentes contextos. En función de las características de los conceptos interiorizados y del número de variables empleadas en estos procesos cognitivos, cataloga los estadios

evolutivos como el periodo sensorio-motor, el estadio preoperatorio, el período de las operaciones concretas y el periodo de las operaciones formales. Diferencia operaciones como combinatorias, proporcionalidad, con sistemas de referencia, probabilidades multiplicativas, equilibrio mecánico, lógica proposicional, correlaciones, etc. Una de las virtudes de Piaget consiste en explicar el aprendizaje como un proceso de equilibración y de disequilibración, que posibilitan y necesitan la realización de nuevas operaciones cognitivas para que se produzca la asimilación de conceptos como una construcción mental, y una posterior comunicación o expresión lingüística o icónica al resto de las personas (López Rupérez, 1990).

Lev S. Vygotsky (1979), por el contrario, plantea que para que se produzca el aprendizaje, previamente debe existir una construcción social del conocimiento (por ejemplo de la ciencia), y que tras esta interacción social, se produce un posterior desarrollo cognitivo. Señala que aprendemos de la cultura, de la sociedad, de la interacción, de unas representaciones, de un diálogo, de unas expresiones lingüísticas, hacia la abstracción y síntesis. Así representan el aprendizaje tanto Vygotsky como otros autores que siguen sus ideas (Pozo, 1989). Señalan que colectivamente las personas establecemos los criterios para resolver cuestiones que se plantean sobre aspectos del medio físico y natural, y para evaluar si el aprendizaje (la resolución) ha sido adecuado o no. Aprender implica aplicar un plan que se ha elaborado previamente entre las personas, a través de la mediación del lenguaje (Luria 1985 y 1987).

Otra de las teorías sobre las que se asienta el modelo socioconstructivista es el aprendizaje asimilativo de David Ausubel (1978). Señala que para asimilar el aprendizaje debe ser significativo, y ello se produce cuando se establecen relaciones significativas entre lo que se conoce y las nuevas ideas. Cuando se relaciona alguna idea presente en la estructura cognitiva con una nueva idea, se almacena en la mente de las personas y se produce aprendizaje significativo. Joseph Novak (1988) visualizó estas relaciones entre los conceptos a través de los mapas conceptuales (Etxabe Urbieta, 2008b).

Johnson-Laird define el aprendizaje como una evolución o modificación de los modelos mentales de las personas. Señala que para que haya aprendizaje los modelos mentales iniciales deben modificarse o deben evolucionar a nuevos modelos sobre el aspecto concreto del aprendizaje (Etxabe Urbieta 2019e). Considera que estos modelos se deben articular mentalmente y que el alumnado los aprende cuando es capaz de explicitar y de aplicar estas estratagemas o simplificaciones para representar de modo simple la realidad. Los modelos más simples son aquellos que se corresponden con los conocimientos previos del alumnado, con su generalidad, persistencia, estructuración y dependencia del contexto (Marín, y Jiménez Gómez, 1992).

Este modelo socioconstructivista ha cristalizado en multitud de proyectos constituidos por una serie de estrategias centradas en el alumnado que parten de la detección de los conocimientos previos. Se constata que el conocimiento de estas ideas por parte del profesorado es útil para planificar el curriculum ya que si el profesorado conoce el pensamiento de su alumnado, le será más fácil entender el aprendizaje de las ciencias y podrá elaborar mejor el curriculum para implementar el aprendizaje del alumnado (Driver, Leach, Millar y Scott, 1996, Etxabe Urbieta, Aranguren Garayalde 2013).

Se han elaborado propuestas específicas para implementar el aprendizaje de conceptos científicos a partir de las concepciones alternativas (Nieda Oterino, Brincones Calvo, Fuentes, Otero y Palacios, 1988). Por ejemplo el modelo generativo de enseñanza de las ciencias (Osborne y Freyberg, 1991, Wittrock, 1989a y 1989b) y el modelo de cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982, Hewson y Hewson, 1988, Hewson, Tabachnick, Zeichner y Lemberger, 1999). Por ejemplo si nos atenemos al modelo del cambio conceptual seguiríamos el esquema: insatisfacción o conflicto de las ideas iniciales, las nuevas ideas deben ser inteligibles (ser capaces de formarnos una imagen mental); plausibles (considerar que puede ser una buena explicación) y fructíferas (adoptar los nuevos significados en términos de utilidad de las nuevas explicaciones).

Se han realizado muchas investigaciones y, siguiendo las ideas de Hewson y Hewson (1987, 1988, Hewson, y Thorley, 1989) constatamos que el propio modelo ha evolucionado desde el cambio conceptual hasta la ecología conceptual (Toulmin 1977, Hewson, Tabachnick, Zeichner y Lemberger 1999, Estany e Izquierdo, 1990).

De todos modos, el “conflicto cognitivo” o “desequilibrio” desempeña un papel importante en muchas investigaciones relacionadas con el cambio conceptual. Hewson y Hewson (1987, 1988), Baird (1986) y Baird y Northfield (1992), sostienen que si hay conflicto entre las concepciones previas del alumnado y las nuevas, entonces se han dado los pasos necesarios para ayudar al alumnado a reestructurar sus concepciones (Hewson y Hewson, 1992).

Sin embargo muchos otros enfoques del modelo constructivista han subrayado la importancia de la interacción social en la construcción del conocimiento científico (Marion, Hewson, Tabachnick y Blomker 1999). Por ejemplo podemos citar los trabajos de Daniel Gil y de Carlos Furió en los que se constata que el trabajo grupal es importante a la hora de resolver problemas o diseñar trabajos prácticos realizando pequeñas investigaciones siguiendo modelos constructivistas (Hodson, 1993, Wellington, 1994, Scott, Asoko y Driver 1992). Así se ha ido estableciendo el socioconstructivismo que considera el lenguaje como instrumento mediador del conocimiento. Progresivamente el modelo constructivista ha ido adoptando enfoques más socioconstructivistas que es el enfoque que seguimos en la formación inicial del profesorado (Sanmartí y Jorba 1995, Marín y Crespo 2001, Etxabe Urbieta, y Aranguren Garayalde 2014a).

Las orientaciones constructivistas sociales, se basan en los trabajos del psicólogo soviético L.S. Vygotski (1979 y 1982) y del lingüista soviético Bakhtin (Hamston, 2006). Ya se ha señalado que consideran que el aprendizaje se produce cuando las personas participan en un mundo en que el conocimiento se construye a través de interacciones sociales mediante el lenguaje (Martin Bravo, 1991).

Esta noción de aprendizaje como proceso social y el concepto de zona del desarrollo próximo de Vygotski, han dado origen a un modelo de enseñanza-aprendizaje que sugiere que el aprendizaje puede mejorarse si se orienta al futuro

profesorado hacia la discusión con los compañeros/as de grupo y la reflexión por parte del alumnado sobre sus estrategias de resolución de problemas y si se subraya la importancia del lenguaje en el aprendizaje de las ciencias experimentales (López Rupérez y Palacios 1992). Así el alumnado practica con sus compañeros/as y se produce la interacción social para generar comunidades de aprendizaje.

Del mismo modo adopta gran importancia el aprendizaje dialógico. Bakhtin señala que cuando los individuos entran en diálogo o conversación dialógica o reflexión dialógica, “sus voces individuales” adquieren mayor significado debido a que las voces del alumnado hablan están inmersas en sus contextos históricos vividos, culturales e institucionales. Además pueden poseer múltiples significados, lo que, ayuda a enriquecer las voces generadas en las aulas. Las voces de esta interacción social reflejan y responden a los diferentes contextos y experiencias que presentan las otras “voces”.

Las orientaciones socio–constructivistas para la formación inicial del profesorado de ciencias están centradas en que:

- El conocimiento se construye principalmente a través de la interacción entre personas. Es importante favorecer la posibilidad de proponer ideas entre diferentes para construir conocimientos y para enriquecer los conocimientos que tenemos todos y todas. Se aprende de modo completamente al aprendizaje directivo o autoritario que es el que puede ejercer la autoridad del profesorado o del libro de texto (Bromme, 1988 Gunstone, Baird y Northfield, 1993, Sanmartí y Jorba, 1995, Jorba y Sanmartí, 1992 y 1996, Wideen, Mayer–Smith y Moon, 1998).
- El lenguaje es el instrumento de comunicación y de expresión. Lemke (1997) propone que el lenguaje está ligado al pensamiento, es decir que el pensamiento se expresa a través del lenguaje.
- El lenguaje científico es diverso y complejo. Está constituido por multitud de símbolos y de términos cuyo aprendizaje es complejo aunque no lo perciba el profesorado (Caamaño, 1998). Aprender a enseñar ciencias significa entre

otras cosas, apropiarse del significado de estos lenguajes simbólicos y saber interrelacionarlos (Hardy, Jonen, Moller y Stern 2006, Lemke, 1997). Por tanto, el futuro profesorado deberá entender que aprender ciencias, no sólo hay que aprender conceptos (patrón temático), sino que además hay que aprender el lenguaje de la ciencia y aprender a utilizarlo correctamente, ya que el alumnado de Educación Primaria y Secundaria debe a aprender a expresarse correctamente en el campo de la ciencia escolar (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999).

- Si el alumnado no aprende a reconocer que sus ideas son diferentes de las que le presenta su profesorado o sus compañeros/as y no sabe valorarlas, difícilmente aprenderá a enseñar, ya que si no es consciente de que pueden existir modelos de enseñanza diferentes al suyo, para él/ella no cabe aprender nada interesante de un modo interactivo y social en el aula (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999). El futuro profesorado debe ser consciente de la importancia de la enseñanza dialógica y del carácter social del aprendizaje (Marín, Jiménez Gómez y Benarroch, 1997)

Por consiguiente para el futuro profesorado aprender a ver el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales desde un enfoque socioconstructivista no es fácil ni inmediato, además no está acostumbrado a ser innovador, cooperativo, socioconstructivista, considerar la importancia del lenguaje más allá de las clases de lengua (Lozano, 2010), o a considerar que la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje supone cambiar la visión sobre la relación entre el conocimiento teórico abstracto (modelos), el mundo experimental y el lenguaje (Izquierdo, 2004), es decir si el profesorado no constata esta necesidad no aprenderá a enseñar siguiendo este modelo socioconstructivista.

Sabemos que las concepciones previas (modelos habituales o tradicionales) son difíciles de evolucionar y es complejo realizar nuevos aprendizajes de Didáctica de las Ciencias. Ello supone que el futuro profesorado se resiste a diseñar y desarrollar las actividades de forma diferente, tanto en lo que se refiere al tipo de ciencia, como a

las estrategias metodológicas didácticas o en lo referente a la evaluación (Zimmermann, 2000, Estany e Izquierdo, 2001).

Se han realizado muchas investigaciones sobre las concepciones del futuro profesorado (Hewson y Hewson, 1983, Tobin y Espinet, 1989, Furió y Gil, 1989, Cronin-Jones, 1991, Briscoe y Peters, 1993, Gunstone, Baird y Northfield, 1993, Gil y de Guzmán, 1993 y Mellado y Carracedo 1993 y Mellado, 1996) y se constata en estas investigaciones que el futuro profesorado no cuestiona sus conocimientos previos ya que considera que así debe ser el proceso de enseñanza-aprendizaje y que las actividades de aula no se pueden plantear de forma diferente (Porlán y Martín 1993).

Planificar la formación del profesorado para que interiorice y aplique nuevas ideas, diferentes a las que posee y que los acepta e interioriza, supone un enorme esfuerzo personal y cognitivo, ya que, además de ser modelos de cierta complejidad, consideran que están en posesión de la única verdad que han vivido, y que por ello, no la cuestionan. Para los formadores del futuro profesorado supone enfrentarse con la indiferencia y con su visión simplista, que no crean en este tipo de modelos o que no los consideren viables, y todo ello supone que pierdan seguridad y confianza con sus formadores (Etxabe Urbieto, 2008c).

Por todo ello en nuestra propuesta de formación inicial realizamos un planteamiento abierto para abrir nuevos puntos de vista, siendo conscientes de que en las primeras clases sus (algunos) compañeros/as expresan “voces” de otros planteamientos diferentes. Siguiendo con este planteamiento dialógico que propugnamos en el aula y que lo llevamos a la práctica, realizamos conversaciones dialógicas (Hamston, 2006) en el aula, entre el alumnado y el profesorado. Todo ello aporta que ellos lo vivan como un modelo diferente, con gran diversidad de ideas y de gran riqueza, gracias a que surgen nuevos puntos de vista con los cuales evolucionan sus conocimientos, y en consecuencia aprenden a enseñar-aprender de forma diferente. Además existe formación para la investigación en Didáctica de Ciencias Experimentales (Merino Rubilar, Gómez Galindo y Adúriz Bravo 2008).

II. 2.2 Secuenciación de actividades basados en el modelo constructivista.

Uno de los temas desarrollados en la formación del profesorado contempla que las actividades son elementos nucleares en su formación, ya que en ellas se incluyen multitud de aspectos como concepciones sobre la ciencia, sobre las estrategias metodológicas, sobre las ideas ligadas al aprendizaje del alumnado, sobre la evaluación, gestión del tiempo, tratamiento de la diversidad, entre otros aspectos, que busca que evolucionen las concepciones del profesorado del grado en Educación Primaria (Pro Bueno 2003). A lo largo del programa de la asignatura se desarrollan las características de la propuesta de Jorba y Sanmartí sobre las características de las actividades de enseñanza-aprendizaje que se han utilizado en la presente investigación. En consecuencia en este apartado vamos a desarrollar las características de las actividades y de la propuesta de Jorba y Sanmartí (1993 y 1996)

Además nuestra finalidad consiste en que el futuro profesorado aprenda a enseñar ciencias a través de un modelo constructivista. En este marco se desarrollan actividades en el aula.

El profesorado desarrolla en el aula las actividades de enseñanza-aprendizaje que los podemos considerar como acciones diversas estructuradas que se desarrollan en el aula de Educación Primaria o Secundaria, para lograr los objetivos propuestos, y que constan entre otros elementos interrelacionados de contenidos, estrategias metodológicas y didácticas, recursos didácticos y pautas de intervención en el aula (Pro Bueno 2008 y 2011).

Desde nuestro punto de vista, analizar las actividades manifiesta el modelo didáctico del profesorado. Nuestro punto de partida se basa en la actitud conservadora y escasamente innovadora del profesorado en formación. Así nuestra acción consistirá en poner en práctica actividades coherentes y consistentes con el modelo socioconstructivista (Wideen, Mayer-Smith y Moon, 1998). Esperamos que poniendo en práctica este modelo consigamos que lo interiorice nuestro alumnado y lo implemente en las secuencias didácticas que elaboren.

No hay un método único y perfecto para enseñar y aprender. Disponemos de estrategias didácticas y metodológicas y modelos, que se concretan en actividades de enseñanza (Campanario y Moya, 1999), a través de las cuales estructuramos la información que relaciona que y como enseñar y aprender, en base a unos objetivos (García Rodríguez y Cañal de León, 1995).

Siguiendo las ideas de Sánchez y Valcárcel (1993) desarrollamos los temas de la asignatura del programa en los que tratamos la naturaleza de la ciencia, las estrategias para resolver problemas científicos, el aprendizaje de la ciencia, los métodos de enseñanza, los modelos didácticos, los objetivos de la enseñanza y el diseño de secuencias didácticas. Las asignaturas poseen una duración muy limitada lo que supone serios problemas para que ellos y ellas contemplen el proceso de enseñanza y aprendizaje desde otra perspectiva muy diferente a la que ellos/ellas conocen debido a su largo recorrido como alumnado. Nuestro propósito es motivar al alumnado y que vean la necesidad de la asignatura. Ello unido a la rigurosidad de la asignatura y a los objetivos que se pretenden lograr permite conseguir los objetivos logrados. Además queremos que interioricen que la evaluación no se logra mediante el aprendizaje memorístico sino que lo importante es que realicen actividades cooperativas a través de las cuales se den cuenta de los que saben, de los que imaginan previamente, y que con las actividades desarrolladas autoevalúen dichos conocimientos para que se produzca la autoevaluación y la autorregulación de sus conocimientos (Sánchez y Valcárcel, 1993, Jorba y Sanmartí, 1996, Gil y de Guzmán, 1993). A lo largo del proceso de formación inicial se organizan actividades interactivas orientadas a que evolucionen las ideas de nuestro alumnado que no proviene del bachillerato científico. Este hecho constituye un obstáculo ya que contemplan las ciencias experimentales muy alejadas de sus intereses, motivaciones, y no consideran excesivamente imprescindible desarrollar una asignatura de carácter científico.

El modelo socioconstructivista se estructura en torno a los siguientes ejes:

- Interacción entre el profesorado y el alumnado (en particular sobre que, cuando, como y para qué evaluar) para consensuar con el alumnado en

relación a los objetivos a lograr, tareas a realizar y sistema de evaluación (Nunziati, 1990, Sanmartí y Jorba, 1995) y para compartir las creencias, valores, sentimientos, comportamientos, etc.,

- flujo de información para compartir y comunicar información,
- diseño y organización de actividades, aprendizaje significativo (Novak y Gowin 1988),
- protagonismo del alumnado al realizar las actividades,
- conocimientos previos del alumnado,
- concepción epistemológica de la ciencia (Bunge, 1980 y 1981) como actividad que pretende resolver los problemas, actividad intelectual que interpreta los hechos y fenómenos que ocurren en el medio físico y natural que pretende elaborar modelos.

Los modelos socioconstructivistas son mucho más complejos (Giordan, 1995) ya que se supone que el alumnado tiene ideas previas sobre los hechos y fenómenos que configuran su propio modelo explicativo, interacción con los nuevos conocimientos e importancia del lenguaje (Pozo, 1992).

II.2.3 Ciclos de aprendizaje

Por todo ello habida cuenta de los cambios generados en relación al modelo de transmisión-recepción (Caamaño, 1992), Karplus diseñó un modelo cercano a los modelos constructivistas. (Burciaga, 2007). Lamentablemente su implementación no tuvo el éxito esperado habida en cuenta de la influencia de las costumbres y de tradición del profesorado que lo llevó a la práctica (Lawson, 1994). Así, teniendo en cuenta el aprendizaje del alumnado desde esta perspectiva socioconstructivista una estructura organizativa de la enseñanza, al que le denominaremos ciclo de aprendizaje que tiene su origen en las ideas del físico Robert Karplus, para el proyecto Science Curriculum Improvement Study (SCIS) de la Universidad de California en Berkeley. En dicho ciclo se identifican las fases de exploración,

introducción de conocimientos y aplicación a finales de los años cincuenta y comienzos de la década de los sesenta (Lawson, 1994).

De acuerdo con Lawson (1994) y con Settlage (2000), el término ciclo de aprendizaje, se estableció en 1970, en la guía del profesorado de las unidades del programa SCIS, asociado a los términos exploración preliminar, invención y descubrimiento pero se constató que el profesorado no entendía el significado de dichos términos en el contexto de la clase (Etxabe Urbieta 2020c).

Así en 1977, Karplus modificó los nombres de las fases del ciclo de aprendizaje por exploración, introducción de conceptos y aplicación con el objetivo de que tengan significado para el profesorado de aula. En nuestro caso pretendemos que además tenga sentido para el futuro profesorado.

A través de los ciclos de aprendizaje queremos que evolucionen los conocimientos del alumnado. Lawson (1994) lo describió como cambios en los conocimientos que son sistemas conceptuales con diferentes niveles de complejidad y de abstracción que manejan las personas (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978) y también conocimientos procedimentales. Además pretendemos que el alumnado reflexione sobre la pertinencia y completitud de sus conocimientos y ello se hace posible a través del lenguaje (Hamston, 2006 y Wertsch, 1993). Así queremos que el futuro profesorado desarrolle y exprese significados en base al ciclo de aprendizaje, de modo que el medio por cual se guía el alumnado a través del aprendizaje de conocimientos nuevos sea el lenguaje. Es importante que exprese sus ideas, que participe activamente y que interactúe en las actividades, que estructure los aprendizajes y que los aplique en nuevas situaciones. Por tanto el modelo socioconstructivista tiene que cristalizar en la identificación de distintos tipos de actividades con finalidades muy determinadas (Etxabe Urbieta 2017c). Así hay que organizar y estructurar estas actividades en forma de ciclos de aprendizaje organizados en fases de aprendizaje, cada una de las cuales posee su objetivo (Nussbaum 1989).

II.2.3.A Propuestas didácticas de ciclos de aprendizaje

A principios de la década de los 90 Jaume Jorba y Neus Sanmartí, basados en trabajos de Allal (1988, 1991), Talizina, (1988), Leóntiev, 1989), Nunziati (1990) y Perrenoud (1991) desarrollaron un proyecto para atender a la formación permanente del profesorado, para que el profesorado incorporara un dispositivo didáctico basado en la regulación continua de los aprendizajes. Se inspiraron en trabajos de Allal (1988, 1991), Nunziati (1990) y Perrenoud (1991). Elaboraron una propuesta estructurada en secuencias didácticas que constituyen ciclos de aprendizaje, con actividades orientadas a autorregular:

- la representación de los objetivos del aprendizaje (Etxabe Urbieta 2020c y 2020d),
- las capacidades de anticiparse y planificar la acción para poder aplicar el nuevo conocimiento y,
- la autogestión de las dificultades, a partir de la apropiación de los criterios de evaluación.

Siguiendo las ideas de Jorba y Sanmartí (1996), las fases que se ha utilizado en esta investigación para que el profesorado en formación elabore las secuencias didácticas han sido las siguientes (Etxabe Urbieta 2016a y Etxabe Urbieta 2017 a, Etxabe Urbieta 2020c y 2020d):

- Fase de exploración. Se emplean herramientas para realizar la evaluación inicial en contextos de aula, concretas y simples para que el alumnado explicita su modelo inicial, para que tome conciencia de dicho modelo y para que el profesorado pueda tomar estas ideas como punto de partida y diseñe actividades que le sirvan al alumnado para que el alumnado lo autoevalúe a la luz de los nuevos conocimientos didácticos a aprender. De igual modo se pueden explicitar los objetivos del aprendizaje, la utilidad de los aprendizajes y las dificultades de los nuevos aprendizajes.

- Fase de introducción de nuevos conocimientos o de modelización de nuevos puntos de vista. Pretende introducir los nuevos puntos de vista sobre los nuevos conocimientos, es decir, se pretende que el alumnado comience a realizar actividades, de forma activa y dinámica para tratar de evolucionar sus conocimientos previos. Se deben plantear situaciones de enseñanza progresivamente más abstractas comenzando por las más intuitivas para que el alumnado se acerque y comience a elaborar un nuevo modelo científico desde un punto de vista diferente y, lógicamente, teniendo en cuenta las características de la ciencia con un nivel de abstracción mayor del que tenían antes de empezar el ciclo de aprendizaje.
- Fase de formalización, de estructuración y síntesis de los nuevos conocimientos. El alumnado debe sistematizar y estructurar los nuevos conocimientos, actividad que no es nada fácil para dichas personas, ya que debe distinguir qué es lo que hace que su modelo sea diferente del que su profesorado pretende que aprenda. Establecer estas diferencias, requiere un proceso de síntesis y de estructuración, que debe hacerla el propio alumnado y por esa razón es necesario diseñar actividades de regulación específicas para esta fase del ciclo. En esta fase, la interacción entre el alumnado (evaluación mutua) o con el profesorado (coevaluación), es importante ya que el alumnado puede contrastar sus ideas con el resto de las personas del aula y con los conocimientos objetos de formalización. De este modo se promueve la síntesis que debe realizar cada estudiante, sobre el nuevo modelo que introduce el profesorado.
- Fase de aplicación y/o evaluación. Aunque la evaluación o autoevaluación hay que realizarla a lo largo de todo el proceso, es conveniente plantear una fase de evaluación posterior a la fase de formalización estructuración o síntesis. La evaluación debe entenderse como una evaluación formadora, necesaria para que el alumnado llegue a autorregularse (Nunziati, 1990, Allal, 1991), para que se dé cuenta de la potencialidad del nuevo concepto o del nuevo modelo y para que lo compare con el modelo que tenía previamente. A través de la Teoría de la Actividad (Talizina, 1988, Leóntiev,

1989) nos damos cuenta de la importancia de las “bases de orientación” (es decir, un plan de trabajo intelectual y expresable, que posibilita regular o dirigir su propio aprendizaje) y de la importancia de representar a través del lenguaje los objetivos y los conocimientos previos. Así se consensuan los criterios de evaluación. Pero en esta fase también el alumnado debe aplicar los nuevos puntos de vista a otras situaciones o en otros contextos. Pretendemos que el profesorado en formación se dé cuenta de que es posible interpretar los nuevos problemas desde un modelo muy distinto al que conocía previamente y desde el cual, puede enfrentarse en un futuro. En esta fase, las actividades de autoevaluación ponen en evidencia la significatividad de los nuevos aprendizajes, la necesidad de que el alumnado construya su significado y la importancia de la interacción en el aula. El alumnado debe autorregular su aprendizaje. Asimismo, esta fase nos señala hasta que punto dichas personas han construido el nuevo concepto o modelo, ya que se emplean nuevas situaciones y contextos de aprendizaje. Igualmente señala los aspectos que necesitan mayor atención.

Aunque Jorba y Sanmartí diferencien estas fases, señalan que no debe considerarse como un instrumento que haya que aplicar mecánicamente, ya que en la realidad no se producen en estado puro. Por ejemplo al explorar es posible que se introduzcan ideas o que al introducir ideas también se puede explorar y estructurar (Etxabe Urbieto 2020c y 2020d).

La experiencia en el aula nos señala, que no es sencillo para el alumnado aplicar este nuevo modelo socioconstructivista para un tema determinado, porque aprender por primera vez resulta complejo, y hay que dar al alumnado la posibilidad de aplicar el ciclo de aprendizaje en más una ocasión para lograr unos adecuados aprendizajes. Este modelo de elaboración de secuencias didácticas es importante ya que permite al alumnado saber qué es capaz de hacer, qué saben hacer el resto de personas que comparte la actividad, que no saben o que no saben hacer e incluso donde pueden encontrar la información para acceder a los conocimientos. Si el alumnado se da cuenta de todo esto aprenderá y será capaz de continuar aprendiendo.

Se trata de un modelo flexible en el que las actividades se organizan según los ejes más concreto–más abstracto y más sencillo–más complejo, en contextos lo más próximos al alumnado, sobre situaciones reales o figurados, pero que les resulten significativos. Por otra parte los problemas a plantear deben ser relevantes para el alumnado (Martín del Pozo y Rivero, 2001) y deben posibilitar la regulación y la autorregulación de los aprendizajes.

Este modelo además posibilita que la evaluación (inicial, formativa/formadora y final), se integre en el ciclo, y que promueva la regulación (evaluación mutua y coevaluación) y la autorregulación (autoevaluación). Por ello la evaluación es una parte inseparable y condiciona el proceso de enseñanza–aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1996).

Finalmente del mismo modo se señala, que este modelo ayuda al profesorado en formación a construir nuevos significados sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales. Ayuda a elaborar un nuevo modelo sobre dicho proceso, el aprendizaje de un modelo como este, exige procesos metacognitivos que aunque no sean evidentes, hay que enseñarlos y evaluarlos (Angulo 2002)

II.3. Lenguaje y ciencia

Las relaciones entre el lenguaje y la ciencia se desarrollan en este capítulo.

II.3.1 El lenguaje científico

La Ciencia emplea su propio lenguaje, con sus características y sus especificidades. Se trata del lenguaje científico. Sus características son las siguientes:

- Se trata de un sistema semiótico complejo específico, que está basado y que proviene del lenguaje general.
- Posee un funcionamiento específico y concreto, con un cierto grado de autonomía en el marco de la sociedad científica.

- Dentro de la ciencia tenemos diferentes disciplinas científicas, cada una de ellas emplea recursos comunicativos específicos y diferenciados.

Tal y como se ha señalado la ciencia no es objetiva, neutra, ni está precisa ni tan unívoca. En consecuencia en relación al lenguaje científico podemos señalar que:

- Es un lenguaje elaborado y construido.
- Los emisores y receptores deben compartir el lenguaje, principalmente los significados de los términos, del contexto y de los códigos empleados. Se emplean elementos léxicos, más de un elemento léxico o sintagmas. Estos adquieren valor según el contexto en el que se emplean. Para las disciplinas científicas constituyen formas de expresión y de comunicación. Sin embargo, desde el punto de vista de las teorías epistemológicas se trata de unidades con carácter cognitivo que expresan un conocimiento específico.
- El significado de los términos empleados está bien definido, es decir, es preciso. Habida cuenta de la relación con otros tipos de lenguajes y su uso para interpretar la realidad Gutiérrez Rodilla (1998) señala que existe cierta sinonimia, polisemia y homonimia.
- La relación entre los términos y sus significados es biunívoca.
- La ciencia es universal.
- Se trata de un lenguaje extremadamente formal, que emplea multitud de símbolos.
- Su sintaxis posee peculiaridades propias de la comunicación científica. Se enuncian los conceptos, las leyes y las teorías y se suele emplear un lenguaje impersonal (a través de la voz pasiva y a través de la voz pasiva refleja).
- Es un lenguaje directo, sintético, preciso que expresa los conocimientos científicos de forma coherente. Sin embargo la complejidad puede implicar un discurso más extenso.

- Es un lenguaje construido y utilizado por personas, en muchas ocasiones en forma de equipos, que comparten las expresiones y enfoques. Se manifiesta en la impersonalidad y pluralidad de sus expresiones. La elección de los términos suele responder a razones de pertenencia del equipo o grupo de investigación, lo que implica que los valores, creencias, condicionamientos sociales, políticos, culturales y económicos condicionen en la construcción del lenguaje. Por tanto en la realidad no es un lenguaje neutro.
- No se explica la verdad sino una interpretación de lo que existe y lo que ocurre en el universo.

Pedrinaci (2012) a partir de los rasgos identificadores de la ciencia señala características que comúnmente se atribuyen al lenguaje científico:

- Claridad (sencillez sintáctica, tiempos verbales simples),
- Precisión (uso de un lenguaje monosémico con un significado consensuado, uso de gráficas, tablas, fórmulas, ecuaciones, mapas),
- Objetividad (descripciones, explicaciones y argumentaciones sin involucrar sentimientos uso de construcciones impersonales y pasivas),
- Universalidad (ausencia de particularismos, atribución a la especie de lo que se observa en el individuo, uso de sustantivos abstractos y del artículo como generalizador),
- Economía y concisión (tendencia a sustituir una frase o una idea por un término, supresión de los adornos retóricos).

Sin embargo Gutiérrez Rodilla (1998) y Sutton (1997) señalan que existen en ocasiones implicaciones personales, argumentaciones apasionadas, elementos retóricos o una progresión en las características del lenguaje utilizado.

Así el lenguaje científico se estructura en base a la terminología, en base a las ideas sobre la naturaleza de la ciencia y en base al proceso de elaboración del lenguaje científico.

La terminología posee carácter lingüístico (significante), cognitivo (significado) y comunicativo (objeto o sistema al que se refiere). Las personas la compartimos y, los contextos en los que nos movemos, implican el uso científico en relación con los términos del lenguaje general. Es diversa, dinámica y evolutiva. Los temas, usos de los usuarios, funciones u objetivos del lenguaje suponen que diferentes condicionamientos influyan en el lenguaje científico, lo que implica este carácter evolutivo diacrónico, sus relaciones con otros lenguajes y su carácter dinámico.

II.3.2 El lenguaje científico y la elaboración de modelos científicos

Por otra parte las personas que trabajan en el ámbito de la ciencia elaboran modelos que nos ayudan a comprender los fenómenos que ocurren en el universo. Estos modelos son construcciones mentales que precisan de los términos científicos. Estos términos se encuentran inmersos en las teorías científicas que son el conjunto de ideas científicas basadas en lo que existe y ocurre en la realidad (Duschl, 1997). Entre estas ideas y esta realidad las personas que han hecho y hacen ciencia construyen representaciones parciales y esquemáticas sobre la realidad, es decir modelos. Estas representaciones (modelos) y estas ideas (teorías) utilizan unidades léxicas cuyo carácter nos proporciona información sobre el proceso de construcción de la ciencia. La visión que nos proporciona Sutton (1997) la podemos aplicar al ámbito de la ciencia o al ámbito de la enseñanza de las ciencias. Considera que el lenguaje científico es instrumento que debemos utilizarlo para enunciar hipótesis teóricas, imaginar mentalmente modelos sobre la realidad y para testarlos con la realidad. Por tanto dicho autor nos muestra que la lengua es un sistema de transmisión de la información, y que el lenguaje es un sistema de interpretación para dar sentido a la experiencia. En este contexto Sutton (1996) sugiere que parte del trabajo del profesorado de ciencias es persuadir al alumnado acerca del valor de las opiniones expresadas en las conversaciones científicas.

Sin embargo Carlsen (2007) señala que es el medio de representación, que es independiente del contexto, y que no tiene efectos significativos sobre el pensamiento o en la percepción del mundo. Indica que modela activamente la experiencia y que es una herramienta para la participación en comunidades de

práctica, es decir para la interacción. Por tanto el lenguaje científico interrelaciona con el contexto social, su carácter es dinámico, posee diversidad de usos, está ligado a su elaboración y evoluciona a lo largo del tiempo. Si aplicamos estas ideas al contexto educativo el lenguaje está ligado con el pensamiento y con los fenómenos físicos y naturales. Así las actividades de aula no sólo poseen patrones temáticos y estrategias metodológicas, sino que las competencias cognitivas (pensar ciencia) y las competencias cognitivo-lingüísticas (hablar y escribir ciencia) influyen así como “hacer ciencia” (Etxabe Urbieto 2008d), y todo ello influye en el aprendizaje, o sea en la construcción de los modelos científicos escolares (Izquierdo, 2005). Además:

- Se trata de una herramienta que apoya el razonamiento
- Existe relación entre los patrones estructurales y las formas de razonamiento, aprender ciencia supone hablar de ciencia.
- El aprendizaje de las ciencias implica el desarrollo de nuevas formas de hablar y escribir el mundo (Lemke, 2006, Quintanilla, 2006).
- Utilizar el lenguaje supone evolucionar desde un punto de vista a otro para ver el mundo de una manera diferente (Jorba y Sanmartí, 1996).

Esta interrelación entre los sistemas lingüísticos influyen, condicionan y limitan el conocimiento científico, y el aprendizaje de las ciencias (por ejemplo en el pensamiento cotidiano), y por tanto tienen relación con las competencias cognitivas (Viennot, 2007). Todo ello le confiere enorme importancia al lenguaje que sirve para compartir ideas. Desde este punto de vista las ciencias poseen sus patrones estructurales y desarrollan habilidades cognitivo-lingüísticas. El alumnado reflexiona y razona sobre los fenómenos del mundo exterior cuya interpretación es el objetivo que pretende.

La riqueza y diversidad de lo que encontramos y de lo que ocurre en el universo se refleja en la diversidad del lenguaje científico. Consideramos que además de esta diversidad, el lenguaje científico es dinámico y evolutivo, y que esta visión es importante en el ámbito de la ciencia y en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje de

la ciencia. La enseñanza de las Ciencias pretende que las teorías evolucionen en la mente del alumnado de forma análoga a la que han evolucionado a lo largo de la historia de la ciencia.

II.3.3. Aprendizaje de las ciencias y el lenguaje científico

Esta visión evolutiva del aprendizaje de la ciencia sugiere, que al inicio del aprendizaje el lenguaje científico no debe ser sólo un sistema de etiquetaje, sino que debe ser un sistema más interpretativo. Un sistema personal que hace uso de un lenguaje más cotidiano, basado en el uso de metáforas ya que el alumnado aún no comparte nuevos términos científicos. Posee carácter complejo y ello influye en el aprendizaje de estos términos.

Por otra parte la metodología didáctica empleada es importante, ya que más que una exposición, el alumnado necesita expresar y discutir sus primeras representaciones metafóricas y analógicas (antropomórficas, analógicas, lenguaje simple y sintético que evoluciona a un lenguaje más rico y más especializado). Estas ideas se encuentran en Sutton (1997) que subraya que el lenguaje científico es un instrumento, que debe utilizar el alumnado, para expresar sus ideas, para discutir las, ponerlas a prueba, imaginar lo que puede suceder e interpretar todo lo que ocurre. Señala que no debemos criticar que el alumnado importe términos de otras áreas que conocen, y que debemos lograr que sean conscientes de los diferentes contextos en los que se utilizan diferentes términos. Sutton (1997) subraya que el lenguaje científico evoluciona desde un estilo personal y descriptivo hasta un estilo más sintético, neutro y compartido. Señala que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe representar esta progresión, y que el profesorado debe ser consciente de esta doble visión del lenguaje.

En este proceso el alumnado debe poner en práctica, debe movilizar diferentes competencias cognitivas, que deben constituir parte de su desarrollo cognitivo. Por ejemplo Sutton (1997) subraya, por ejemplo, de la importancia de elaborar hipótesis empleando un lenguaje flexible y activo, para generar unas primeras interpretaciones o primeros modelos de la realidad. También, subraya que es importante formalizar el conocimiento científico ya consolidado, empleando una metodología más

transmisora y directiva, y un lenguaje como etiquetaje, directo e informativo. Por tanto subraya la importancia de diferenciar los contextos en los que se emplea el lenguaje científico, cada uno con sus propios objetivos:

- Contexto interpretativo. Consiste en utilizar el lenguaje científico para, en un primer momento, dar sentido a las nuevas experiencias científicas de forma personal, poco precisa, indirecta, extensa, provisional, y seguramente de modo analógico y/o metafórico. El alumnado debe persuadirse a sí mismo, de que necesita interpretar lo que ocurre, y de lo que existe en la realidad, y que es importante expresarlo a través de los términos o de las palabras. Igualmente se trata de un contexto colectivo dialógico, en el que se debe seguir un proceso de discusión que nos debe conducir a un nuevo contexto que promueva la generalización.
- Contexto de consolidación y de etiquetaje cuyo objetivo es describir, explicar e informar de forma directa, neutra, literal, impersonal, unívoca, generalizadora, concisa y precisa para almacenar y transmitir el conocimiento científico. No se trata de un carácter provisional en el que obligatoriamente haya que someter a contrastación experimental.

Así Caamaño (2013) identifica y diferencia dos puntos de vista diferente correspondientes a dos visiones opuestas de la ciencia, que nos deben llevar a que el lenguaje científico pase de ser metafórico y personal, a ser factual e impersonal. La visión que debemos contemplar es una visión constructivista, en el que la ciencia es pensamiento humano, explicación y discusión para encontrar los términos apropiados para interpretar lo que ocurre en el universo.

Sutton (1997) considera, que debemos mostrar al alumnado, que la ciencia no fue tan universal en su inicio y que debemos ayudarles a que comprendan el esfuerzo interpretativo, a través de la discusión y del razonamiento realizado. En consecuencia debemos formar al profesorado desde la perspectiva de que el lenguaje científico escolar es diverso, y posee diferentes funciones, según el momento de la creación de los conocimientos que estructuran las teorías.

La formación de docentes debe considerar que la ciencia es una actividad humana, en la que se integra la componente experimental y teórica de los fenómenos físicos y naturales, con el proceso de elaboración de textos científicos. Esta componente experimental se planifica para resolver problemas sobre dichos fenómenos físicos y naturales. Además se necesitan modelos teóricos para interpretar los fenómenos y para dar respuesta a los problemas, y finalmente, el lenguaje es imprescindible para configurar los modelos, que guían tanto la acción, como el pensamiento, transforman la visión del mundo y posibilitan la realización de nuevas actividades. En suma hablar y escribir están ligados a la comunicación de ideas, a los fenómenos físicos y naturales y a la finalidad de las actividades de enseñanza y aprendizaje (lo que queremos hacer, lo que queremos saber, o que queremos cambiar). Esto lo podemos encontrar en Villalba (2011) que señala que según la teoría de los actos de habla de Austin, en todo enunciado (incluidos los enunciados científicos) podemos diferenciar tres actos básicos:

- El acto locutivo (*locutionary*) incluye lo que decimos, el significado referencial y literal de la comunicación.
- El acto ilocutivo (*illocutionary*) que incluye la intención de la comunicación (prometer, ordenar, predecir.).
- El acto perlocutivo (*perlocutionary*) que incluye la acción que se provoca con lo que se comunica.

Su discípulo Searle diferenció del acto de emisión de morfemas, palabras y oraciones, el acto proposicional de referir y de predicar y el acto de preguntar, mandar, prometer, entre otros (Lozano, 2010)

Estos tres actos los podemos ligar con el hacer, pensar y hablar/escribir característicos de la actividad científica.

II.3.4 Modelos, teorías, lenguaje científico y enseñanza-aprendizaje de las ciencias

Los docentes, al enseñar y aprender ciencias, desarrollan la actividad científica en el aula. Proponen representaciones abstractas de ámbitos de la realidad, es decir los modelos, así como los cambios que ocurren en él.

Por otra parte desarrollan los conceptos, leyes y teorías. Son el conjunto de ideas que explican el universo. Tanto los modelos como las teorías implican formalización de la realidad, a veces describen y explican la realidad, en otras ocasiones se cuantifican las regularidades y las diferencias, y todo se representa a través de los diferentes tipos de lenguaje.

Las teorías interpretan los fenómenos que ocurren en la representación esquemática de la realidad, es decir interpretan lo que ocurre en los modelos. En este contexto Giere (1988) identifica el aspecto semántico, significados o ideas de las que consta la teoría, y el aspecto sintético o expresivo de las teorías. Estos aspectos se aplican al modelo que representa la realidad, y en ellos se interrelacionan diferentes conceptos. Esta visión permite dar respuestas a las preguntas relevantes que se plantean en el aula. Por ello es interesante y hay que ayudar al alumnado del grado en Educación Primaria a construir modelos y teorías, actividades complejas, y en la que es muy importante emplear un lenguaje muy cuidado. Este lenguaje debe ser capaz de imaginar la representación esquemática de la realidad (ilustraciones, esquemas, textos, representaciones gráficas, fórmulas, simulaciones...), y proponer ideas sobre su funcionamiento, por tanto su inteligibilidad en el aula viene dado por, no sólo por la actividad científica, sino también por la actividad lingüística. Ambos aspectos son importantes para los y las futuras docentes ya que han tenido lugar a lo largo de la historia de la ciencia, es decir los términos lingüísticos han tenido diferentes significados, o cada teoría o modelo ha tenido su propia expresión lingüística.

Así la ciencia ha evolucionado gracias a nuevos objetivos, nuevos problemas y nuevas preguntas, nuevos valores, e igualmente gracias a nuevos lenguajes. Los y las docentes deben posibilitar la construcción de una ciencia para todos y todas las alumnas, cuando se preguntan y piensan sobre problemas interesantes, de modo que

adquieren progresivamente lenguajes más precisos para expresar sus ideas comunicar (hablar y escribir). De este modo el alumnado expresará modelos, y para ello la comunicación implicará aprendizaje, y supondrá partir de buenas preguntas para elaborar modelos incipientes, para dar sentido a un conjunto de fenómenos que se pretenden explicar.

Los docentes deben acompañar al alumnado a lo largo de todo el proceso de modelización, para que verbalicen y escriban en el aula, en grupo e individualmente, y con recursos y metodologías para contrastar ideas, buscar consensos, cambiar la forma de hacer, pensar y de comunicar. Los modelos progresivamente serán más específicos y más complejos, de modo que los términos científicos incluirán el significado de ideas útiles para explicar hechos, para actuar de una determinada forma, y a través de determinados instrumentos (Pozo, 1992).

Del mismo modo las y los docentes deben analizar los libros de texto que despliegan discursos científicos escolares, habituales en el inicio, ya que están llenos de analogías (Galagovsky, Adúriz-Bravo, 2001), de ejemplos, valoraciones personales, y de metáforas que acompañan a las definiciones, explicaciones, descripciones y de otros patrones lingüísticos. El profesorado debe ser consciente del uso de este lenguaje persuasivo, pero además debe ser consciente de que aprender ciencia, supone utilizar un lenguaje que tiene que evolucionar para expresar ideas, identificar y utilizar nuevas maneras de pensar y de escribir, más propias de la ciencia (García Parejo, 2011).

El futuro profesorado utiliza la ciencia escolar presente en los libros escolares (Rodríguez Moreno y de Pro Bueno 2018). En ellos la ciencia de las personas de la ciencia se transpone y se convierte en contenidos seleccionados, dotados de metodología y además, emplean recursos lingüísticos pensados para el aprendizaje. Encontramos definiciones, explicaciones, descripciones, imágenes, fórmulas, tablas, esquemas (Otero 1990), símbolos, justificaciones, argumentaciones, datos y demás modalidades comunicativas diseñadas y elaboradas para la enseñanza. El profesorado debe considerar que son modalidades imprescindibles para ordenar las

ideas científicas, y debe estructurarlos en determinados momentos en las unidades o secuencias didácticas.

Estas modalidades lingüísticas, en ocasiones, proporcionan los contenidos desarrollados al alumnado; en otras actividades se plantean de forma más abierta, para que el alumnado encuentre de forma más activa los contenidos objeto de aprendizaje. Ocurre una idea similar con las TICs aplicadas a la enseñanza (Villalba, González-Rivera, Díaz Pulido, 2017), de modo que algunos recursos utilizados suelen ser más cerrados y desarrollan contenidos, mientras que otros recursos TICs suelen ser más abiertos, y permiten un aprendizaje más activo. En todos estos casos se emplean diferentes modalidades comunicativas (Gutiérrez-Cabello Barragán, Etxabe Urbieto, Losada Iglesias, 2015).

Sin buenos futuros docentes, sin buenos recursos TICs o sin buenos libros escolares no sería posible enseñar ciencia. Además de enseñar ideas se desarrollan diferentes habilidades como las habilidades comunicativas. Lo que es verdaderamente importante es que el alumnado de la enseñanza obligatoria conecte con el docente, con el recurso material, o con el recurso TIC, ya que para ello es muy importante el modelo didáctico que subyace, y además es relevante el contexto en el que se va a plantear la actividad.

La modelización es clave en la transposición didáctica ya que se transforman textos científicos para permitir reconocer al alumnado la forma de los modelos que se pretenden enseñar. En este proceso de reconocimiento se emplean habilidades lingüísticas propias para comunicar las ideas científicas escolares. El criterio básico que subyace es la inteligibilidad, es decir si no se cumple esta condición difícilmente se conseguirá el objetivo de la modelización. Para ello las habilidades comunicativas son fundamentales:

- Los términos que se emplean para designar las ideas.
- Las figuras o las ilustraciones que permiten imaginar los elementos de los modelos.

- Los símbolos o representaciones gráficas que constituyen el ámbito simbólico a través del cual queremos conectar la realidad macroscópica percibida con entidades microscópicas o no perceptivas.
- Otras habilidades comunicativas que proporcionan la ciencia escolar.

En consecuencia el futuro profesorado trata de que el alumnado se familiarice lo antes posible con las habilidades comunicativas, para que emplee un lenguaje explicativo, sintético, descriptivo, argumentativo y otros lenguajes, con el empleo de mayor número de ideas no perceptivas que los fenómenos sobre los cuales se aplican estas entidades.

A través de los escolares, a través de los docentes y a través de todas las restantes fuentes de información, se transmite una visión parcial y simplificada de una actividad, sumamente compleja como es la actividad científica. No hay que olvidar que esta complejidad es difícil de describir y que su transposición didáctica nos lleva a una visión determinada de la realidad. Por tanto la actividad científica posee una amplia y diversa actividad (en gran parte lingüística), fruto del trabajo de mujeres y de hombres que han reflexionado, elaborado y comunicado, para que otras personas construyan modelos significativos y puedan realizar y actuar en el ámbito de la ciencia.

De este modo, una gestión del aula, que contemple principalmente discursos dialógicos teórico-experimentales, que reelabore los contenidos de las ciencias experimentales (términos conceptuales, procedimientos (Pro Bueno, 1997) y valores), es necesaria e importante, para lograr su aprendizaje integral e integrado y, de este modo incorporar a la mente del alumnado.

Estos discursos dialógicos han de posibilitar hablar, escribir y leer sobre ciencias, cuestión, que puede no agrandar a los adolescentes, y que por tanto, implica que deben buscarse enigmas y problemas relevantes para el alumnado, y así conferir interés al aprendizaje (Marba, Márquez Bargallo, Sanmartí, 2009).

Ogborn, Kress, Martins y McGillicuddy (1998) han analizado las explicaciones del profesorado de secundaria, y han descrito diferentes estrategias utilizadas para crear las “entidades teóricas” de las explicaciones de los fenómenos (Kress, 2010). Además sugieren ideas interesantes sobre las actividades que ocurren en el aula, en el que además es fundamental la actuación de las futuras/os docentes. Son actores en el proceso de construcción de significados científicos colectivos en el aula (Vygotsky, 1982), y posteriormente a nivel de interiorización individual.

La educación científica es un proceso de construcción de significados que se produce a través de las interacciones profesorado-alumnado, y entre estudiantes, así como la interacción con el mundo material que la ciencia trata de explicar, de modo que la cultura científica se construye de acuerdo a la relación entrelazada entre unas experiencias, una manera de pensar y una forma de hablar o de representar (Guidoni 1985, 1990). Así en la comunicación científica, la acción o la experiencia, el pensamiento y el lenguaje han de estar presentes en un todo interrelacionado e integrado (Pérez Gómez y Gimeno Sacristán, 1988).

Estos enigmas y estas situaciones han de ser sugerentes y cercanos, que conecten con la mente del alumnado, que desarrolle sus capacidades cognitivas, para que la búsqueda de una respuesta desconocida pueda llegar a través de la imaginación y del lenguaje, aspecto para lo que es clave el autoconcepto del alumnado. Para ello debemos desarrollar las habilidades cognitivas del alumnado para elaborar lo que Ogborn, Kress, Martins y McGillicuddy (1998) denomina historias con sus protagonistas conceptuales, sean entidades concretas o abstractas no perceptibles. La dinámica puede ser desconocida, pero al manifestarse en estas “historias que suceden, con protagonistas científicos, que conectan hechos con consecuencias y que muestran sus características”.

Estas ideas deben ser y tener coherencia para el alumnado, y además es importante dar protagonismo al alumnado, para que en las actividades que forman parte de las secuencias didácticas desarrollen “historias” significativas, que permitan la evolución de los conocimientos del alumnado. Ogborn, Kress, Martins y McGillicuddy (1998) remarcan que:

1. Las explicaciones científicas son análogas a "historias". Sugieren que las características esenciales de una historia científica son las siguientes: Hay unos protagonistas, las entidades científicas, cada uno de los cuales tiene sus propias características y capacidades de acción, que son las que hacen que sean lo que son, puedan hacer según qué cosas, y hasta qué punto puedan interactuar con otras determinadas entidades, es decir, tienen su propia naturaleza y se relacionan con determinados hechos del mundo material.
2. Las partes principales de un relato de la construcción de significados en la comunicación. La obra considera que, el primer paso en la construcción de significados en toda explicación, es crear la necesidad de esa comunicación, y sugiere que esto puede conseguirse mostrando una diferencia que ha de ser resuelta. Para que tenga sentido, el docente ha de construir o presentar los protagonistas de la historia o de las "entidades" sobre las que trata, y para ello ha de convencerles sobre la necesidad y conveniencia de su existencia.

El proceso de convencimiento de la existencia de las entidades explicativas comprende, una transformación de significados en el alumnado, pero también incluye una transformación de las entidades de la ciencia para hacerlas más comprensibles. Por otra parte, está el "cómo hace" el docente de ciencias, para presentar a su alumnado un conocimiento científico adaptado a las necesidades de éstos, y al contexto en el que requiera que sea transformado o reelaborado. Tal reelaboración implica, a su vez, una elección de cómo organizar y presentar los contenidos disciplinares. Otros aspectos importantes del modelo son la relación de la explicación con el mundo material, que para él, tiene mucho de retórica, para ayudar a convencer al alumnado a que "vean la realidad" como los "modelos científicos nos proponen verla". Además cabe señalar la transformación que realiza el alumnado al aplicar el lenguaje verbal al lenguaje escrito. El lenguaje verbal está acompañado del gesto, de las inflexiones de la vista y de otros movimientos que reflejan la personalidad de la persona que habla. Suele ser menos formalizado que el lenguaje escrito pero más retórico, esto es utiliza más metáforas y analogías y conceptos de

significados más “ambiguos”. El lenguaje escrito es más preciso, conciso y abstracto. Las oraciones son más impersonales y se puede emplear la voz pasiva. Se trata de un lenguaje más “empaquetado”.

Marzàbal, Márquez y Gouvea (2007) han investigado aspectos retóricos de los libros escolares que han sido relacionados con la estructura narrativa de la ciencia. Señalan que las explicaciones constituyen las principales narrativas.

Este proceso lo debe estructurar el futuro docente experto, que debe utilizar estrategias, lenguajes y otras técnicas, y ser consciente de ello. Estas futuras docentes deben dar tiempo para que el alumnado pueda hablar, para que se pueda producir la evolución de las ideas a través de los procesos cognitivos, discutir, negociar diferentes puntos de vista, consensuar y otros procesos. La modalidad docente debe favorecer que el alumnado se mueva, si la estructura física del aula nos lo permite, pero lo realmente importante es que las secuencias didácticas deben estructurarse para favorecer el aprendizaje significativo, cooperativo y dialógico.

Se ha investigado sobre este tema para subrayar la importancia de las actividades de modelización (Izquierdo y Aliberas 2004, Justi 2011a, Justi, 2011b, Caamaño 2012, Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999, Jiménez Aleixandre, 2010). Estas investigaciones señalan:

- La importancia de elaborar propuestas de enseñanza en el aula basadas en actividades de modelización (Jiménez Aleixandre, 2009).
- Que la actividad de modelización del alumnado está relacionada con el lenguaje científico y con la metodología usada en el aula.
- Que debemos usar diferentes géneros o diferentes patrones lingüísticos que implican el desarrollo de competencias cognitivas y competencias cognitivo-lingüísticas (Etxabe Urbieta, 2008e).
- Que en este marco de competencias cognitivo-lingüísticas requiere un uso coherente con la filosofía y metodología de la ciencia, en particular en la evaluación o en la validación de los modelos en los que se requiere e uso de

la argumentación (Jiménez Aleixandre, 2010), que proporciona un carácter de proceso, carácter provisional hipotético, carácter deductivo y carácter de contraste con los datos obtenidos en la realidad (Chalmers, 1984 y 1992)

- Que debemos profundizar en los diferentes registros que se emplean en el lenguaje científico escolar, en la que participa el profesorado y el alumnado en este proceso intencional y formal de las aulas.

Sutton (1997) señala que hay que llevar al aula las voces de las personas que hacen ciencia, es decir las historias de vida de los científicos y científicas (Nuño y Ruipérez 1996, Etxabe Urbieta 2008h, Varda, Koren, Rubin, Gail Buck 2013, Etxabe Urbieta 2018a, Etxabe Urbieta J. M., 2018d), y así presentar el lenguaje científico como actividad cognitiva, como procesos que nos llevan a expresar ideas, y como un producto humano complejo que debemos utilizar para conversar. Estamos de acuerdo con este autor que el lenguaje científico no debe servir sólo para demostrar, o para llegar a las verdades científicas.

Aprender a ver el mundo gracias a un determinado modelo teórico no resulta sencillo por que el fenómeno y el modelo se necesitan, y en muchas ocasiones son nuevos para el alumnado, y ello genera dificultad. Los diferentes géneros discursivos deben ayudar a elaborar modelos, a introducir los conceptos para que el alumnado diferencie los términos del nuevo lenguaje y los nuevos significados, en definitiva, que aprenda ciencias de la naturaleza.

Por otra parte se aprende mediante la interacción con los compañeros, con el profesorado junto a todas las estrategias didácticas y metodológicas utilizadas. Se trata de un proceso social a lo largo del cual se negocian significados gracias al uso sistemático del lenguaje, traspasando progresivamente el control y la responsabilidad del aprendizaje al alumnado. Se trata en definitiva de un aprendizaje basado en la autorregulación.

II.3.5 Lenguaje, ciencia y formación del profesorado

Las actividades que desarrollamos en la formación del profesorado de Ciencias Experimentales pretenden, entre otras cuestiones, que el profesorado en formación no contemple un único método (método de transmisión y de recepción) para formalizar los contenidos en la mente del alumnado. Las actividades diseñadas deben contemplar diferentes métodos, en los cuales más que comunicar información se debe aprender diferentes competencias como, aprender a aprender, buscar y utilizar la información, etc. Todo ello en un contexto en el que la información se encuentra a disposición de todas las personas, por tanto existe relación con el lenguaje, es decir con el establecimiento de relaciones entre contenidos diversos, para que el alumnado sea capaz de comunicar sus ideas, dialogar e interpretar las ideas expresadas por las demás personas.

Por otra parte la formación del profesorado debe favorecer que aprendan a analizar el pensamiento del alumnado, cuando plantean preguntas o situaciones problemáticas que les interese, sobre lo que existe y sobre los fenómenos que ocurren en el universo. Además deben ser capaces de favorecer la elaboración de respuestas (comunicación escrita y oral) comprensibles para ellos/as mismos/as o para otras personas en base al conocimiento científico actual. Aprender ciencia requiere volver a inventar los “conceptos científicos”, comprender sus significados científicos, en el contexto de la ciencia escolar. Ante esta situación la pregunta que podemos plantear es *“¿qué necesita el profesorado en formación?”*, pregunta que hace alusión a uno de los instrumentos básicos del aprendizaje: “Dominar el lenguaje de la ciencia”. Ello implica que la formación del profesorado debe analizar si las actividades que se plantean para Educación Primaria, impulsan el aprendizaje de la enseñanza y del aprendizaje de las formas de hablar y de las formas de escribir ciencia.

Además de este contexto escolar, es importante no perder de referencia que las personas que se dedican a hacer ciencia escriben artículos (textos) científicos, asisten a congresos en los que exponen sus ideas al leer, estudiar, escribir, hablar y argumentar sus puntos de vista. Por tanto el profesorado debe identificar las

funciones del lenguaje científico, aplicarlo en diferentes contextos, y transponerlo a las aulas de educación obligatoria para constatar que, por una parte el lenguaje posibilita la emergencia de nuevos conocimientos mediante nuevas explicaciones, permite nombrar las relaciones observadas a través de las nuevas entidades lingüísticas que justifican su uso, y además ofrece la posibilidad de introducir nuevas formas o modos diferentes de mirar los fenómenos físicos y naturales.

En este contexto Pedrinaci (2012) señala como idea clave que el profesorado de ciencias debe enseñar a leer, escribir y hablar ciencia y, que además sería más estricto que el profesorado de lengua utilice los significados y las relaciones entre los conceptos científicos (Guidoni, Arca y Mazzoli, 1990). En Educación Infantil y Educación Primaria, todo el profesorado es consciente de que debe realizar actividades para desarrollar la competencia científica, y esto supone enseñar el lenguaje científico, y además utilizarlo en las actividades de enseñanza y aprendizaje.

Así, al generar y estructurar textos deben contener términos o conceptos especializados, símbolos, fórmulas y patrones científico-lingüísticos comunes que se encuentran en los libros o artículos, que históricamente han sido propuestos, discutidos, modificados, aceptados, publicados y revisados. Todo ello ha necesitado de vocablos específicos, principalmente de raíz griega, inventados para exponer las ideas científicas. De este modo, aprender el lenguaje científico es similar a aprender un nuevo lenguaje (Lemke 1998a, 1998b, 1999, 2002, 2006) ya que, debido a sus términos, símbolos, fórmulas y estructura literaria, posee sus propias características y tiene sentido en el marco de la cultura científica. Por ejemplo aprender a mirar un fenómeno conlleva desde la ciencia realizar una descripción empleando las reglas de juego propias del lenguaje científico. Los términos empleados y la forma de mirar se encuentran fuertemente interrelacionados.

La formación del profesorado debe implicar que las futuras/os docentes hablen, escriban, intercambien puntos de vista, revisen textos, analicen y realicen otras tareas con el alumnado, empleando en las actividades de aula miradas y lenguajes propios y específicos. Todas estas actividades se proponen para generar conocimiento científico, siguiendo un proceso de aprendizaje gradual, progresivo y

laborioso, ya que supone cambiar la forma de mirar, actuar y pensar. Implica utilizar estrategias metodológicas apropiadas en el aula. La adquisición de este conocimiento “sabio”, hay que adecuarlo a la ciencia escolar, e implica modificar la forma de plantear nuevas preguntas, de crear problemas originales, de analizar desde diferentes puntos de vista, de pensar, en definitiva, de buscar nuevas respuestas de forma creativa.

Estimular el interés del alumnado y desarrollar la competencia lingüística a partir de temas que interesen al alumnado, supone plantear actividades productivas e interesantes.

De este modo en la competencia científica y en la competencia lingüística influyen, entre otros factores los conocimientos previos que influyen en el aprendizaje (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989), las características del alumnado (nivel de competencias) y los condicionamientos externos que influyen en él (García Pérez, 2001). El lenguaje científico permite expresar sus propias ideas y comprender aquellas que escriben y que reciben de las comunicaciones verbales de otras personas y a través de textos escritos. Para ello el profesorado y el futuro docente deben analizar y, en algunos casos, modificar sus actuaciones en el aula (García, Ortiz, Santiesteban y Varela 1989). Entre otras, además de sus concepciones implícitas sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje (Gil Pérez, 1983), poseen gran importancia las:

- Estrategias metodológicas que emplean los docentes. Muchas veces la tradición y las experiencias anteriores influyen y refuerzan planteamientos escasamente innovadores que se manifiestan en modelos que no están centrados en el alumnado. La innovación docente debe consistir en metodologías que combinen la competencia científica y la competencia lingüística del alumnado.
- Recursos didácticos que desarrollan la competencia lingüística del alumnado, en particular las tecnologías de la información y comunicación cuyo uso debe favorecer el desarrollo de las competencias lingüísticas dialógicas del alumnado. La formación de los docentes debe dirigirse hacia

planteamientos que impulsen la creatividad y la innovación del alumnado, no de metodologías autoritario-directivas (Barberá, 1989).

- El tipo de preguntas y el tipo de situaciones problemáticas que hay que plantear en el aula. La formación de docentes debe estar dirigida para que estos permitan el protagonismo y la actividad del alumnado de la enseñanza obligatoria. Para ello, debemos enseñar a proponer escenarios que permitan abordar situaciones problemáticas interesantes para el alumnado de la enseñanza obligatoria. Supone cambios, en muchas ocasiones difíciles de asimilar en las prácticas habituales de los docentes a causa de las concepciones implícitas.
- La manera de estructurar el discurso en el aula. Debemos generar en la mente de las futuras/os docentes enfoques y planteamientos dialógicos, en detrimento de planteamientos más directivos. Pacca y Villani (2000) señalan la enorme importancia que supone dominar el contenido científico para generar actitudes que provoquen actividades con gran apertura y con predisposición hacia la reflexión, crítica y ser criticado. Subrayan que si los docentes no poseen un mínimo nivel en el dominio de los contenidos, difícilmente serán generadores de actividades dialógicas que promuevan el desarrollo de las competencias científicas y lingüísticas.
- La organización del aula. Las futuras/os docentes deben ser conscientes de que el desarrollo de la competencia lingüística vendrá dada a partir, no sólo de la colaboración entre el alumnado, sino de su cooperación que permita alcanzar el máximo nivel de desarrollo personal y social posible, y para ello subrayan la necesidad de buscar, desarrollar y adaptar recursos organizativos del aula que lo permitan (Pujolas 2001, 2003, 2004 y 2008). Debemos formar para que estos puedan expresarse y puedan comunicarse entre ellos.
- Cambios en valores y actitudes. La formación inicial de las y los docentes debe estimular valores para desarrollar la competencia lingüística. La cooperación del alumnado, la importancia del lenguaje científico, entre

otros, son valores importantes para la construcción del conocimiento y por tanto para generar el desarrollo cognitivo y lingüístico del alumnado de Educación obligatoria.

- Cambios en la evaluación. Deben ser conscientes de que la evaluación debe producirse a lo largo de todo el proceso. Todas las actividades, sean de evaluación diagnóstica, de evaluación continua o de evaluación final, deben promover el desarrollo de las competencias científicas y lingüísticas. Debemos formar para que orienten al alumnado hacia la autorregulación de los errores y dificultades de aprendizaje. Por otra parte, el profesorado debe percibir la evaluación como un proceso que condiciona en muchos casos gran parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, y es reflejo de sus competencias.
- Considerar los errores que se producen en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Deben ser conscientes de que al trabajar las competencias lingüísticas y científicas, los aprendizajes se logran en muchos casos a partir de los errores. Ello debe ser algo normal y positivo, y que impulsa el aprendizaje de las competencias cognitivas y lingüísticas.

II.3.6 Lenguaje, ciencia y evaluación formadora

Por otra parte, enseñar a hablar y escribir ciencia, no sólo ha de ser una actividad de evaluación continua que se realice al final de las actividades, sino que constituye uno de los objetivos prioritarios de todas las clases.

La evaluación debe ser formadora, y hay que lograr que el alumnado aprenda ciencia (aprenda a pensar, a hacer y a comunicarse). A lo largo de todo el proceso de aprendizaje y enseñanza, es importante fomentar la elaboración de teorías sobre el mundo y sobre su funcionamiento (Barberá, 1992), es decir tenemos que enseñar a las futuras/os docentes a plantear preguntas y a realizar predicciones en la etapa educativa en la que van a ser docentes. Deben conocer los vocablos científicos y deben aprender a generar conocimientos en los procesos de aula (por ejemplo al observar, al experimentar y al hablar y escribir).

Es importante valorar la importancia de que al comunicar las ideas, el conocimiento se transforma desde el conocimiento que posee el alumnado a través de la acción (“el hacer”) y desde el conocimiento más teórico (“el pensar”). El profesorado debe ser consciente de que en la clase de ciencias deben estar relacionados y que deben tener sentido todo lo que se haga, se hable, se escriba y se piense. Hay que señalarles que los hechos prácticos experimentales poseen su componente teórico y abstracto, con símbolos, fórmulas y conceptos propios que les infunden coherencia interna. Ha de fomentar un alumnado generador de explicaciones sobre los fenómenos en los que participa, y no como mero reproductor de conocimientos científicos.

II.3.7 Lenguaje, ciencia y aprendizaje de las ciencias: comunicación multimodal

Lo más importante es construir en la mente del alumnado modelos científicos que posibiliten explicar los diversos y numerosos hechos que ocurren y predecir otros nuevos. Supone la relación entre actividades cognitivas, actividades de tipo psicomotor y actividades de tipo comunicativo. Vygotsky (1982) afirma que *“la relación entre pensamiento y palabra no es un hecho sino un proceso, un continuo ir y venir del pensamiento a la palabra y de la palabra al pensamiento”*. De igual modo subraya que las palabras son algo más que una forma de expresar las ideas. Indica que las ideas existen necesariamente gracias a las palabras, es decir que *“existen a través de ellas”*. Esto significa que partimos de las interacciones entre las personas, que lo realizamos a través de las palabras, y que gracias a ello estas ideas forman parte del pensamiento. Por tanto, las palabras y el lenguaje suponen el aspecto mediador del aprendizaje (Sanmartí, 2002).

En particular, en las actividades de tipo comunicativo se aplican reglas lingüísticas de las Ciencias Experimentales (competencia lingüística), y ello ha ocurrido a lo largo de la historia. Así ha evolucionado y ha avanzado la ciencia. Si esta idea la llevamos al aula, nos daremos cuenta de que hay que enseñar a hablar y escribir ciencia, porque su aprendizaje implica que el alumnado es capaz de expresarse en clase y fuera de él, verbalmente, por escrito o mediante esquemas, dibujos o mapas conceptuales, dado que sólo así podrán contrastar sus ideas y

desarrollarlas. Gracias al lenguaje, mediante el diálogo y la comunicación verbal y escrita se producirá la autorregulación de sus ideas. Al comunicarse, las personas tienen que utilizar según las reglas lingüísticas el lenguaje, y para ello deben revisar y ajustar tanto sus ideas como las formas que utilizan al expresarlas. No hay enseñanza de la ciencia ni aprendizaje sin comunicación escrita o sin diálogo. Las ideas necesitan expresarse, y para ello precisamos el lenguaje verbal, la exposición, la discusión, la conversación etc. Son procesos que deben ser interactivos, dinámicos, evolutivos que implican modificar las ideas, y ello ocurre al resolver nuevos problemas significativos para el alumnado, y cuando en estos se contrastan las ideas con hechos o con nuevas experiencias. En este proceso se generan enunciados apropiados siguiendo las reglas que rigen el acto comunicativo.

Todo ello se enmarca en la estructuración de las ideas, a través la comunicación verbal o escrita, con textos o con gráficos o esquemas, necesarios para aprender ciencia. Supone realizar operaciones cognitivas como recordarlas, evaluarlas, justificarlas, compararlas entre otros, y ello conlleva utilizar y generar términos y recursos lingüísticos para generar los nuevos significados.

Al diseñar actividades de enseñanza-aprendizaje el profesorado comunica y aprende a partir de la elaboración de significados (Kress, 2010). Se lleva a cabo mediante diversos recursos semióticos que, combinados, conllevan a la construcción de un significado. Es decir, se aprende a partir de todos aquellos textos que se deben interpretar y producir, ya sean en el aula, impresos en papel o digitales: gráficos, fotografías, mapas, esquemas, así como el habla, los gestos y otros tipos.

De este modo el alumnado se apropia del conocimiento de las distintas comunidades disciplinares y además aprende sus formas particulares de representar y comunicar este cúmulo de conocimientos (Lemke, 1997), ya que esto implica ampliar las maneras de pensar, comunicar y representar de formas distintas a las cotidianas (Halliday y Martin, 1993). Las clases de ciencias es multimodal (Lemke, 1998a, Kress, Ogborn, Jewitt y Tsatsarelis, 1998), ya que cuando se explica ciencias, hay elementos del lenguaje oral y del escrito, pero también hay elementos del lenguaje gráfico y de los lenguajes formales matemáticos (Lemke, 1998a). Se utiliza

de igual modo un lenguaje gestual y, lo que es más peculiar, se explica actuando sobre el mundo físico, haciendo experiencias con los objetos y seres materiales. Esta característica de comunicar "haciendo cosas" con objetos, aparatos, etc. es fundamental y distintiva de la explicación en las clases de ciencias. El profesorado gestiona y mediatiza la construcción de significados científicos, y orienta su actividad hacia una construcción que esté de acuerdo con la ciencia compartida, para que resulte comprensible y convincente en el aula.

Teniendo en cuenta que el alumnado llega a las clases con sus "maneras de ver el mundo" y con sus formas de razonar, las nuevas ideas y los nuevos textos habrán de adecuarse a sus ideas y formas de pensar. Algunas formas multimodales de representación y de comunicación de los conocimientos científicos están, en muchos casos, alejados del sentido común y de su uso cotidiano. Su abstracción se convierte muchas veces en obstáculo para su aprendizaje significativo. Esto requiere que el futuro profesorado acerque al alumnado a las especificidades del discurso científico, que puede ser diferente del cotidiano, como es el caso del lenguaje científico. Su enfoque permite describir qué hace el profesorado para facilitar este aprendizaje. Lemke (1997) subraya que aprender a hablar y escribir ciencia es un proceso parecido al aprendizaje de cualquier otra lengua.

La vida cotidiana es el vehículo más importante al aprender un lenguaje pero sólo en la escuela se nos enseña normalmente a hablar y escribir el lenguaje científico. Ello es debido a que este lenguaje posee un gran número de términos y de significados. En la ciencia, relacionar los términos con sus significados no es una labor sencilla. El alumnado trata de emplear el menor número de términos tratando de escribir de la forma más simple posible. Sin embargo, establecer estas relaciones no es una labor sencilla.

II.3.7.A. Dificultades del alumnado al utilizar el lenguaje científico

Sanmartí (1996) señala que el empleo de los términos científicos es complicado para el alumnado. Las dificultades se pueden estructurar del siguiente modo (Sanmartí, Izquierdo y García, 1999):

- El pensamiento del alumnado es muy superficial. El alumnado utiliza los términos más sencillos y que considera más relevantes a la hora de expresar los significados. A veces no diferencia el contexto cotidiano del contexto científico.
- El alumnado posee dificultades al utilizar las nuevas ideas y palabras para explicar nuevos hechos. Cree que comprende pero no posee la habilidad cognitiva de aplicar las nuevas ideas.
- Al elaborar textos científicos el alumnado utiliza los mismos verbos que utiliza en el lenguaje cotidiano. Cada verbo (por ejemplo “se adaptan” o “están adaptados”) implica un modelo distinto, con lo que el lenguaje permite interpretar de forma diferente un mismo fenómeno.
- Normalmente los verbos se formulan en presente del indicativo y se utiliza muy poco el tiempo condicional y el tiempo subjuntivo. Utilizar estos tiempos implica un pensamiento más avanzado y más complejo, pero necesario en la elaboración de los mensajes científicos para expresar pensamientos hipotéticos o predictivos.
- Predomina la tercera persona y las formas no personales para reflejar la objetividad de la ciencia.
- Se emplean conectores secuenciales y lineales. No es nada habitual emplear conectores causales. Es muy complejo para el alumnado emplear conectores apropiados ya que deben tener precisión (lo que incluye y lo que no incluye la idea científica), deben indicarse las relaciones causa-efecto, deben emplearse conectores adecuados para ubicar temporalmente y espacialmente la secuencia de acontecimientos, y para concluir los textos científicos. De igual modo es importante emplear un lenguaje que exprese el razonamiento multicausal.
- Suelen emplear varios textos para explicar una misma idea, lo que sugiere enormes dificultades ligadas a la capacidad de síntesis.

Sanmartí (2002) y Pedrinaci (2012) señalan que es frecuente comenzar con la definición de algún concepto para abordar a continuación una idea más compleja. Indican que la definición de un término científico suele entenderse una vez que se conoce su significado, de manera que señalan que es un punto de llegada, pero que puede que no sea un buen punto de partida. Sanmartí (2002) va más allá al señalar que se aprende más significativamente a través de la reflexión conjunta, al hablar y al escribir sobre el sentido que poseen las palabras, y advierte que las consultas al diccionario es una actividad habitual y que, además, es fructífera.

Sanmartí (2002) y Pedrinaci (2012) expresan que para que se produzca el aprendizaje de los conceptos científicos se debe reflexionar conjuntamente y sosegadamente sobre su sentido, y la importancia que posee un buen uso de los verbos. Indican que a veces conviene sustituir los verbos. En relación al verbo seleccionado Sanmartí (2002) indica que errores conceptuales se expresan a través de los verbos utilizados. Las ideas elaboradas en la mente del alumnado necesitan un buen verbo para que sea una buena idea científica.

A la comprensión y al aprendizaje científico, se llega a través de la utilización del lenguaje científico formal y simbólico. Es un complejo proceso psicológico de apropiación del concepto o de la idea. La complejidad y las dificultades de estas ideas se expresan en Driver, Guesne y Tiberghien (1989), que especifican las diferencias entre el pensamiento del alumnado y el pensamiento científico. A partir de dichas ideas podemos señalar que al alumnado le resulta muy complicado:

- Nombrar algo que perciben pero no saben cómo expresar de forma científica, abstracta y sintética. Así les cuesta encontrar sentido al aprendizaje de términos científicos y fórmulas abstractas, que para ellas y ellos son poco útiles (sólo para aprobar exámenes), ya que no pueden relacionar con hechos percibidos. El pensamiento del alumnado está basado en la percepción mientras que el pensamiento científico está basado en modelos científicos abstractos. Es complejo establecer los elementos que forman parte de los sistemas naturales. En muchas ocasiones el pensamiento del alumnado es muy limitado y poco definido. Este carácter

sincrético y escasamente analítico es muy diferente al pensamiento científico. En él se identifican todos los elementos constituyentes de los sistemas físicos y naturales, cuestión verdaderamente complicada para el alumnado.

- Identificar los estados de equilibrio en el que se encuentran los sistemas físicos y naturales El pensamiento del alumnado se basa en los cambios que se producen entre algunos elementos de los sistemas, y ello se refleja en el lenguaje verbal o en las representaciones gráficas. Identificar las interacciones que se producen en los sistemas como interacciones reversibles que describen la situación de equilibrio del sistema. El alumnado considera que las modificaciones se producen a lo largo del tiempo, de forma irreversible, y que por tanto se describen como un pensamiento causal lineal. Este pensamiento causal es una forma de pensamiento muy habitual en el alumnado de Educación Obligatoria, que, lingüísticamente, suele reflejarse a través de conectores lineales. No es nada habitual encontrarnos con el pensamiento multicausal y con variaciones que tengan lugar simultáneamente (pensamiento covariante). El pensamiento del alumnado es mucho más secuencial y dependiente del tiempo que el pensamiento científico. Utilizar leyes y principios en los que participan varios conceptos también es muy complicado y exige un gran esfuerzo cognitivo al alumnado. Es complejo emplear con precisión el lenguaje científico, al describir, explicar, sintetizar o justificar los hechos o fenómenos.
- No les resulta nada sencillo diferenciar el contexto de la clase de Lengua y Literatura del de las ciencias de la Naturaleza. En la clase de Lengua y Literatura se insiste en aprender las distintas maneras de expresar una idea y en la riqueza de significados de una misma palabra. Sin embargo en cambio, en la clase de Ciencias, se usan términos científicos universales para designar ideas o conceptos con precisión y especificidad. Santamaría (2006a, 2006b) señala como procedimientos de generación del léxico crear nuevas palabras para atender el nuevo significado (añadiendo prefijos o sufijos, composición de términos, utilizando varias palabras o a través de acrónimos o siglas),

atribuir significados a términos del lenguaje cotidiano o a términos de otras disciplinas o tomar palabras de otras lenguas o de nombres propios. En el caso de términos habituales en el lenguaje cotidiano encontramos que poseen muchos significados, pero sólo uno de ellos es válido en el lenguaje científico, lo que genera problemas en su aprendizaje. Además de los términos, sus relaciones suelen definirse a través de los verbos. En las ciencias los significados de los verbos suelen ser muy específicos. Se emplean unos verbos y no otros ya que utilizar un verbo en un tiempo determinado conlleva un modelo u otro sobre el sistema físico-natural que se pretende interpretar. Debemos tener en cuenta que el significado asignado depende de la teoría, que estas cambian a lo largo del tiempo, y con ellas el significado (García Belmar y Bertomeu, 1998, Caamaño e Irazoque, 2009).

Caamaño e Irazoque (2009) consideran la importancia de la justificación de los términos. Señalan que es importante subrayar las diferencias entre el significado común y el científico de los términos procedentes del lenguaje habitual. Además al subsistir en ellas significados parciales de teorías precedentes que son más fenomenológicas, los términos usados adquieren significados más polisémicos, y al emplear en la enseñanza términos idénticos válidos en diferentes momentos históricos, el alumnado acaba elaborando modelos o concepciones híbridas procedentes de teorías históricas diferentes (Caamaño, 2003a). Se generan concepciones diferentes polisémicas y ambiguas de ideas precisas y unívocas que existen en la ciencia. El alumnado no puede diferenciarlas basándose en el contexto y ello genera problemas en el aprendizaje de los conceptos científicos. Por otra parte los términos procedentes del contexto cotidiano conllevan a la sinonimia, lo que supone no emplear con precisión el lenguaje científico.

- Diferenciar los significados de cada concepto científico, ya que el pensamiento del alumnado está basado en el contexto, mientras que el pensamiento científico es universal. Cada término científico posee un significado compartido en todo el mundo, mientras que en diferentes

contextos el alumnado asocia diferentes expresiones lingüísticas al mismo concepto

- Emplear un pensamiento conciso, preciso y basado en la generalización. El pensamiento del alumnado suele ser analógico, lo que genera textos con términos diferentes.
- Utilizar un lenguaje descriptivo, explicativo e informativo. A menudo el pensamiento del alumnado es teleológico o finalista.
- Su pensamiento está basado en modelos científicos, ligados en muchas ocasiones a las leyes de la conservación. El alumnado considera que la importancia estriba en los cambios, y así su forma de razonar se establece como no conservativo.
- Centrarse en el ser humano y no en el medio físico y natural. Su pensamiento está centrado en los seres humanos, con sus valores, sentimientos y percepciones, de modo que las características del medio obedecen a las características de los seres humanos.
- El pensamiento del alumnado es, en muchos casos, sustancializador y absolutista. Consideran que todo está formado por materia (sustancias) y que las cantidades absolutas influyen en los cambios que tienen lugar. En consecuencia les resulta muy complicado emplear y comprender magnitudes intensivas. Su pensamiento no contempla las interacciones y la transferencia de energía que ocurre en estos sistemas.
- Consideran que todo lo que ocurre hay que explicarlo en términos de estrategias o de principios de aplicación. Consideran que lo más complicado es acertar en el principio o ley que deben aplicar. Su pensamiento no está basado en la descripción y explicación, sino en asignar una estrategia o principio, sin pensar o sin relacionar su significado con leyes o teorías científicas. El pensamiento es superficial y memorístico, por tanto sólo trata de asignar una estrategia o principio de aplicación.

- Diferenciar diferentes modelos científicos. Tienden a utilizar un pensamiento basado en la hibridación de los modelos (Caamaño, 2003a). Su forma de aprender modelos científicos escolares es muy diferente a la enseñanza y forma de enseñar que se realiza en las aulas de la enseñanza obligatoria. Caamaño (2003a) señala que la existencia de estos modelos debe hacernos pensar en la necesidad de un mayor conocimiento de la historia y filosofía de la ciencia, para poder discernir y contextualizar históricamente las diferentes teorías, poder presentarlas de una manera evolutiva y distinguir entre las entidades teóricas o las definiciones teóricas presentes en cada una de ellas. Además señala la necesidad de mejorar la forma en la que se aborda la enseñanza de las teorías y los modelos, ya que hay que favorecer una mejor comprensión de los problemas que las teorías intentan solucionar, así como de las diferentes perspectivas teóricas que la ciencia adopta al interpretar los fenómenos (Etxabe Urbieta 2017b).

II.3.7.B Competencia científica y competencia lingüística

En el ámbito educativo, los diseños curriculares base propuestos por el MEC o por las comunidades autónomas proponen que el alumnado vaya adquiriendo, entre otras, la competencia científica a lo largo de la educación obligatoria (Coll, 1987). Señalan que está relacionado con la funcionalidad de los conocimientos y con el desarrollo de una serie de capacidades ligadas al ámbito científico (Chica Cañas, 2007). Esta competencia debe ayudar a tomar las decisiones oportunas sobre qué debe enseñarse y cómo debe evaluarse (Halbwachs 1983).

Por otra parte, los diseños curriculares nos hablan de otras competencias. Una de ellas es la competencia lingüística, puesto que en el ámbito educativo podemos ligar el lenguaje con el aprendizaje científico, ya que permite expresar y organizar ideas. Así el alumnado, a partir de modelos, elabora interpretaciones científicas sobre los hechos y fenómenos de su entorno, es decir utiliza el lenguaje de manera interpretativa. Esta utilización del lenguaje ayuda a la ciencia (hace que los modelos explicativos mentales del alumnado sean más científicos) y, a su vez, la evolución de los modelos científicos promueve ayuda al lenguaje. Tal y como se ha señalado con

anterioridad, para aprender ciencias es necesario aprender a hablar y a escribir sobre ciencia (Lemke 1997).

II.3.8. Patrones estructurales del discurso científico: competencias cognitivo-lingüísticas

En este apartado de desarrollan los patrones estructurales del discurso científico: competencias cognitivo-lingüísticas (Etxabe Urbieta 2008e). Córdoba Martínez, Castelblanco Castro y García-Martínez (2018) han analizado las habilidades cognitivo-lingüísticas de cinco estudiantes en modalidad virtual a distancia. Señalan que se pueden mejorar dichas habilidades, de forma sincrónica y asincrónica, desarrollando los contenidos y la escritura social a través de una comunicación dialógica. Han utilizado el modelo de Sanmartí y Jorba (1996) pero han añadido cuatro actividades de progreso, para realizar un constante monitoreo de la evolución de los procesos del alumnado.

II.3.8.A. Patrones estructurales del discurso científico

Los y las futuras docentes, al plantear actividades ligadas con la interpretación del medio físico y natural pueden organizar su interpretación desde diferentes utilidades del lenguaje asociadas a diferentes formas de pensar. Cada una de ellas posibilita obtener resultados específicos ya que no sólo se diferencian en los términos o vocabulario que expresa las ideas, sino también en la estructura o en el patrón lingüístico utilizado en el texto. Estos patrones poseen relación con la organización del currículum. Si está organizado en un número reducido de modelos teóricos básicos y significativos, ello permitiría interpretar un mayor número de conocimientos prácticos ya que un modelo tendrá sentido para el alumnado si introduce la posibilidad de reconocer aquello que es útil para dar respuesta a interrogantes o para explicar historias que le puedan llegar a interesar. Es difícil pensar que al alumnado le resulten atractivos todos los temas, por tanto para desarrollar los temas del currículum debemos incluir la enseñanza de patrones estructurales del discurso científico, es decir los diferentes géneros y las diferentes formas retóricas propias que lo conforman. El alumnado debe aprender las reglas de la estructura de los diferentes tipos de textos científicos, esto es debe aprender a

describir, a explicar, a definir, a justificar, a emplear las imágenes y fórmulas, y a utilizar los hechos y los datos para resolver problemas, algunos de ellos interesantes y motivadores. Además hay que tener en cuenta que aprender ciencia supone analizar los problemas para interpretar el medio (seres vivos, el medio, la salud, el universo, las máquinas y los aparatos, las interacciones, etc.) a través de la elaboración de ideas organizadas en modelos teóricos. Estos modelos les permitirá interpretar los hechos y fenómenos que tienen lugar en el medio (Gómez, Sanmartí y Pujol, 2007).

Sin embargo, además, desde el punto de vista lingüístico, no sólo es necesario conocer su lista de términos y su correspondiente significado, sino que sobre todo es necesario conocer y utilizar correctamente sus estructuras lingüísticas o patrones lingüísticos. Lemke (1997) concluye que el dominio de cualquier asignatura depende del dominio de su lenguaje. Son las normas que posibilitan la comunicación científica, es decir, el entendimiento y la comprensión al utilizar el lenguaje científico.

Su aprendizaje resulta más difícil, ya que cada manifestación cultural (poesía, pintura, música, novelas.) ha construido y generado su propio lenguaje para expresar sus “construcciones intelectuales”. Supone la habilidad de producir e interpretar diferentes tipos de discursos, e interpretar y generar textos cohesionados y coherentes. Señala que estas estructuras lingüísticas se activan al elaborar o comprender un texto y se relacionan con las “habilidades cognitivo-lingüísticas”. Así este término fusiona la competencia lingüística, que es la habilidad de usar y de interpretar la lengua de manera correcta, con la competencia cognitiva, que supone la habilidad de construir o de reconstruir conocimientos a través del lenguaje.

Además de estas competencias Pulido y Pérez (2004) señalan otras competencias como la competencia sociolingüística (ligada con las reglas que rigen el acto comunicativo), la competencia discursiva (ligada con la habilidad de producir e interpretar diferentes discursos e interpretar y producir textos cohesionados y coherentes), la competencia estratégica (habilidad de utilizar estrategias de comunicación verbal y no verbal para ser más efectivos), la competencia sociocultural (habilidad de comprender el significado cultural que subyace en las formas

lingüísticas, y de establecer distinciones entre culturas diferentes), competencia organizativa del aprendizaje, competencia afectiva (reconocer, expresar y canalizar la vida emocional) y la competencia comportamental (habilidades verbales y no verbales que evidencian una adaptación de la conducta a la situación comunicativa).

Además la propuesta de Sutton (1992) trata sobre los textos científicos "objetivos" que el alumnado redacta sobre experiencias de laboratorio ("informes de laboratorio"). El interés de esta propuesta radica en establecer relaciones entre las ideas propias del alumnado (ideas previas), y cómo a partir de estas ideas elaboran el conocimiento científico. Así subrayan que lo más importante no es describir sobre las experiencias, sino que muestren sus ideas y cómo estas van evolucionando hacia el conocimiento científico conforme realizan la actividad escolar. De estas ideas se deduce que el profesorado en formación debe reflexionar sobre la evolución pensamiento del alumnado, y de cómo se refleja éste en el aula al desarrollar las actividades sobre la ciencia escolar.

II.3.8.B. Competencias cognitivas y cognitivo-lingüísticas

Elaborar textos científicos requiere el uso conjunto de habilidades cognitivas y lingüísticas (cognitivo-lingüísticas) que poseen sus características propias y específicas. Además la adquisición de habilidades cognitivo-lingüísticas se relaciona con el desarrollo de habilidades cognitivas y el aprendizaje de contenidos curriculares. Así la ciencia escolar debe promover su desarrollo a través de diferentes estrategias metodológicas y didácticas.

Así una buena utilización requiere que el futuro profesorado reconozca la importancia educativa de las habilidades cognitivo-lingüísticas a lo largo de diferentes actividades, ya que en ella se refleja lo que realmente es importante (Porlán y Rivero, 1998). De este modo los docentes utilizan en las actividades estrategias metodológicas y un patrón lingüístico determinado para desarrollar las diferentes competencias del alumnado.

El profesorado, tanto en ejercicio como en formación, suele valorar positivamente las citadas habilidades en términos genéricos, y que dicha valoración

varía al asociar a diferentes contenidos astronómicos. Del mismo modo, señalan que el profesorado valora estas habilidades en actividades concretas de enseñanza-aprendizaje, que tienden a centrar más su atención en la dimensión conceptual o teórica de las mismas, que en la habilidad cognitivo-lingüística que demandan, y en ocasiones ni tan siquiera la identifican. Constituye un aspecto interesante para la formación docente, tanto inicial como permanente, que debe justificar la importancia de desarrollar las habilidades cognitivo-lingüísticas en el desarrollo del aprendizajes en situaciones profesionales contextualizadas, tanto desde una perspectiva general como para contenidos específicos. Dicha formación debería integrar las habilidades cognitivas y lingüísticas implicadas en el aprendizaje científico de los contenidos científicos. Estas personas, en el marco de la evaluación como actividad formativa, y la nutrición humana como núcleo de estudio, muestran que si bien el profesorado tiene en cuenta las distintas habilidades, establecen diferencias según la idea científica principal desarrollada. Sin embargo, señalan que no siempre son conscientes de la habilidad que solicitan en las preguntas que plantean, y que la valoración que realizan de estas últimas está más condicionada por el contenido concreto que por la habilidad que en ellas se solicita. Por tanto a lo largo de las investigaciones realizadas, estas autoras subrayan que es necesario que la formación docente contemple el uso de las diferentes habilidades cognitivas y lingüísticas en relación a temáticas específicas.

En el campo científico se requieren distintas habilidades cognitivo-lingüísticas, tales como: describir, definir, justificar, explicar, argumentar, entre otras. De todas Sanmartí, Izquierdo y García (1999) consideran que la más importante es explicar, ya que la mayoría de los patrones estructurales de la ciencia se pueden entrelazar con las explicaciones.

Sanmartí e Izquierdo (1997) señalan que aprender ciencias requiere irse apropiando de las formas lingüísticas construidas a lo largo del tiempo, y transmitidas principalmente a través de textos escritos. Diferencian textos cuya función es describir y otros cuya función es justificar o argumentar, y destacan el papel esencial que el lenguaje juega en la autorregulación del proceso de aprendizaje que realiza cada estudiante. Dependiendo del nivel educativo de la enseñanza obligatoria, es

decir, dependiendo del nivel de profundidad o nivel de abstracción que se utilice podemos elaborar una u otra explicación o descripción. Lo más importante es comprender desde el punto de vista científico, y ello implica conocer y diferenciar cada patrón lingüístico o habilidad cognitivo-lingüística, ya que el conocimiento científico influye en el desarrollo de las habilidades cognitivo-lingüísticas.

Por el contrario estas habilidades influyen en la construcción del lenguaje científico, y se emplean textos mixtos integrando oraciones organizadas en párrafos con representaciones gráficas, diagramas, tablas, mapas e imágenes principalmente. Suelen combinarse diferentes modalidades comunicativas ya que la ciencia realiza comunicaciones más sintéticas que las que realizamos en otros ámbitos de la vida. Además, es importante elaborar buenos textos ya que son los mejores puntos de partida para aprender a construir una idea. En los buenos textos se manifiestan las habilidades cognitivo-lingüísticas y las habilidades cognitivas, y ello implica que el alumnado construye mentalmente los modelos científicos de forma más significativa y coherente con la ciencia y con la actividad científica.

II.3.8.C. Competencias cognitivas

El aprendizaje es un proceso global y en él se interrelacionan diferentes dominios: Cognitivos, perceptivos, de tipo psicomotor, interpersonales y afectivas. En el marco del problema de esta investigación nos centraremos en las estrategias de razonamiento que son las que poseen importancia en el dominio cognitivo.

Éstas poseen relación tanto con el diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje como con la comprensión de las dificultades de aprendizaje.

Estas estrategias de razonamiento o habilidades cognitivas se encuentran dentro de lo que podemos llamar pensamiento y, si bien está ligado con otras habilidades como las perceptivas, psicomotoras, interpersonales y afectivas, engloba entre otros a procesos como observar (Cañal y Porlán, 1987), analizar, comparar, clasificar, identificar, aplicar y formular hipótesis. Además estas competencias se manifiestan y se desarrollan a través de las habilidades cognitivo-lingüísticas.

Las habilidades cognitivas y cognitivo-lingüísticas han ayudado a construir las estructuras conceptuales de la ciencia, y son las que configuran la cultura. Así de este modo las clases de ciencias deben constituir una oportunidad para comparar y compartir ideas, pero a veces a través de las actividades obtenemos una visión errónea de la ciencia y del lenguaje científico. Sutton (1997) señala que el alumnado al tener tendencia a usar estructuras cognitivas lo más simples posibles, la enseñanza de una visión limitada de lo que es la ciencia y de lo que es el lenguaje científico, conduce a ideas simplistas de la ciencia como un conjunto de teorías (producto) y del lenguaje científico como un sistema establecido de etiquetaje y asignación de hechos (Pozo, 1992). Caamaño (2013) señala las características de las actividades de elaboración de modelos científicos, se especifican las competencias cognitivas, experimentales y lingüísticas. Subraya que estos tres tipos de habilidades se encuentran implicados en el proceso de elaboración y aplicación de los modelos científicos escolares, en especial con la evaluación y/o aplicación de modelos científicos en el pensamiento del alumnado. Su visión nos lleva a plantear muchas cuestiones y preguntas ligadas a la presente investigación, en particular qué competencias nos deben llevar a identificar cuales son las que se desarrollan en las actividades del aula. De la propuesta de Caamaño (2013) se recuperan las siguientes: Observación, descripción, elaboración de hipótesis, buscar, elaboración de analogías (Oliva, Aragón y Mateo 2003), expresiones verbales y gráficas, realización de experimentos, argumentación, justificación, interpretación, explicación, predicción, establecer relaciones, aplicar, imaginar, hablar sobre como es o como pasa, establecer analogías, definir, explicar, poner a prueba, obtener datos, evaluar e identificar. Tal y como señala su autor son competencias cognitivas, experimentales y lingüísticas. De ellas las competencias descripción, expresiones verbales y gráficas, argumentación, justificación, explicación, hablar cómo es y cómo pasa y definir se engloban dentro de las competencias cognitivo-lingüísticas.

Por otra parte Sanmartí, Izquierdo y García (1999) en la tabla I señalan las siguientes habilidades cognitivas: analizar, comparar, clasificar, identificar, ordenar, formalizar, emisión de hipótesis, interpretar, inferir, deducir, relacionar, transferir, organizar, jerarquizar, valorar, ajustar. Se integran ambas propuestas y se elabora un

conjunto de competencias para desarrollar la presente investigación. Aunque Caamaño (2013) emplea otra categorización, propone competencias cognitivas dentro del marco de las competencias experimentales, y además siguiendo la propuesta de Sanmartí, Izquierdo y García (1999), de todas ellas se diferencian las competencias cognitivo-lingüísticas de las eminentemente cognitivas.

Por otra parte, en el ámbito de las competencias cognitivas, se han estructurado siguiendo la propuesta de Guidoni (1985, 1990). Este autor propone en el marco de los Ingredientes fundamentales de las actividades que *“existen algunos campos de formación cultural que, encima de cualquier particularización disciplinaria, implican directamente las experiencias, los lenguajes, los conocimientos y las estrategias cognitivas de cada niño/a y que, así, nos llevan necesariamente a una compleja mediación adulta”*. Igualmente señala *“que el proceso de ajuste-construcción cognitiva con el que los niños/as descodifican e interpretan “datos” y definen “significados” se fundamentan y se articulan sobre el trabajo, sobre el desarrollo, sobre la progresiva estructuración de estrategias cognitivas (maneras de mirar, maneras de relacionarse y maneras de organizar). En otras palabras, campos culturales y argumentos de trabajo se encuentran siempre estructurados según una red de dinámicas cognitivas que constituyen su soporte esencial, en cierto sentido, su segunda aspecto”*

Considera que estas dinámicas son continuas en todo el proceso de construcción del conocimiento, y en la articulación de las principales estrategias por las que se sostiene. Señala además que es posible aprender a pensar (precisamente en términos de explicitación, control y asimilación de los procesos de ajuste) en contextos y sobre argumentos que tienen significado en el pre-escolar: pero con efectos de estructuración que implican y determinan todas las potencialidades de posterior crecimiento cognitivo. Subraya que *“por tanto es esencial que la intervención adulta sea capaz de evocar precozmente y ayudar a evolucionar en los niños aquella variedad y multiplicidad de estrategias, que, a través de las formas y contenidos específicos, podrá gradualmente adquirir estructura y eficacia a lo largo del desarrollo cognitivo”*.

Igualmente Guidoni propone la hipótesis de una sustancial multiplicidad dinámica inherente a cada proceso de ajuste en la construcción cognitiva. Subraya que para el aprendizaje *“es necesario disponer de más maneras de mirar (maneras de pensar, de hablar, de actuar, de recordar, etc., en definitiva de más estrategias cognitivas) respecto a cualquier situación dada.”*

Lograr significados culturales compartidos se logra a partir de estrategias cognitivas. Así para dichos procesos de construcción cognitiva detallaremos las estrategias cognitivas propuestas por Guidoni (1990) para orientar los resultados obtenidos y para relacionarlos con los objetivos propuestos en la presente tesis doctoral.

Así se ha diseñado una tabla I estrategias cognitivas y las competencias cognitivas empleadas en la presente investigación.

II.3.8.C.1 Estrategias de categorización.

Proporcionan formas de mirar con las que observamos los diferentes aspectos del medio (Pozo, Sanz, Gómez y Limón, 1991). Así en esta estrategia realizamos:

- La situación de objetos, experiencias, palabras con los cuales miramos, vemos lo que ocurre, nos ubicamos en el espacio y en el tiempo, observamos sistemas y sus elementos constituyentes (objetos y lo que ocurre en ellos), identificamos variables (sus propiedades y sus especificidades).

Tabla I. *Estrategias cognitivas y las competencias cognitivas empleadas en la presente investigación*

Estrategia cognitiva	Competencias cognitivas
Categorización	Observar, medir, recoger, registrar, construir Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar Buscar
Formalización	Formalizar, teorizar Sintetizar Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir
Elaboración	Clasificar Elaborar Organizar, estructurar, jerarquizar, seriar, ordenar, seleccionar
Interpretación	Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar Analizar Relacionar, asociar
Ajuste-adaptación	Comparar, diferenciar, distinguir Elaborar Hipótesis Establecer analogías o similitudes
Organización del ajuste y creatividad	Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar Diseñar o inventar

- Observamos interacciones entre sistemas, relaciones entre variables o entre sus elementos constituyentes (del sistema, de las interacciones, del conjunto, etc.
- Permanencia de los elementos que se identifican en los sistemas (objetos, estado, forma, equilibrio, conservación) así como los cambios que se producen en ellos (fenómenos, transformaciones, cambios en la forma, aumentos o disminuciones)
- Características específicas de los objetos, y los cambios que ocurren en ellos.
- Identificación de los elementos y de los sistemas del entorno, de las relaciones y niveles presentes en las jerarquías de elementos existentes en el medio y en su entorno.

- identificación de las clases o agrupaciones (de individuos, de elementos, etc.), de su ordenación en base a sus características

Son estrategias cognitivas que empleamos cuando observamos algo, queremos identificarlo mediante un nombre o cuando dicho elemento lo queremos situar en una clase (si es un mamífero, un compuesto, un cuerpo opaco o si se incrementa la intensidad del sonido) y a determinar sus propiedades o al reconocer las variables (tiene escamas, es rugoso o emite luz).

II.3.8.C.1.1 Observar, medir, recoger, registrar, construir.

Observar es la adquisición activa de información a partir de los órganos sensoriales. Se trata de una actividad realizada de forma directa por el alumnado, si bien puede realizarse de forma indirecta a través de aparatos de medida o a través de aparatos de observación. De este modo, podemos agrupar la competencia cognitiva medida junto a la competencia observación.

En este grupo también se ha incluido la competencia construir ya que se emplea con materiales y/o objetos con los cuales se deben realizar operaciones cognitivas muy ligadas a la observación y a la medida. Consideramos que construir siguiendo instrucciones (es decir sin realizar las operaciones diseñar o inventar) es una operación cognitiva muy ligada a actividades de tipo psicomotor como las que se han incluido en este grupo. Al desarrollar esta competencia se localizan los rasgos esenciales y no esenciales del objeto o sistema que se está observando.

Esta competencia cognitiva se puede relacionar con la competencia recoger y registrar ya que implican observar características. Es importante recordar que el alumnado, al hacer ciencia, realiza en muchas ocasiones este tipo de operaciones mentales, en ocasiones con otras operaciones cercanas pero diferentes: identificar, buscar y seguir instrucciones. Por tanto todas estas competencias se han incluido en el primer grupo de competencias cognitivas.

II.3.8.C.1.2 identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar

Se trata de interiorizar criterios, rasgos o características de elementos para que, a partir de los órganos sensoriales, podamos asignar a un concepto lo que el alumnado ha observado. Dos objetos diferentes podemos identificarlos con el mismo rasgo o característica. Esta es la acepción habitual en las ciencias experimentales, si bien existen acepciones en sociología (identificación con una idea o movimiento social) o en el campo de la psicología (identificación con las características psicológicas de otra persona).

Puede ser una actividad ligada a la percepción directa realizada por el alumnado, o un texto o un dibujo para asignar dicha representación a un concepto con mayor abstracción. Se trata de una actividad cognitiva que implica reconocer y utilizar rasgos esenciales y no esenciales de elementos concretos o abstractos (Estanya, y Màrquez, 2003).

Igualmente se han incluido en este grupo de habilidades cognitivas reconocer, señalar, enumerar y nombrar ya que están íntimamente ligados a los criterios o características con los cuales se nombran, se señalan o se enumeran. De igual modo se trata de operaciones mentales, relacionadas con otras operaciones cognitivas de nivel de complejidad similar a la observación, o de superior nivel de complejidad como por ejemplo clasificación o formulación de hipótesis.

Del mismo modo se señala que los datos y hechos desarrollan estas competencias cognitivas y que necesitan concretarse en datos y en hechos que hacen posible desarrollar dichas competencias cognitivas (Pozo 1992).

II.3.8.C.1.3 Buscar

Son habilidades cognitivas que debe realizar el alumnado para, en un primer momento encontrar las relaciones significativas con otros hechos datos o conceptos, y a continuación, realizar las operaciones necesarias para hallar el significado de un concepto, un principio o una teoría, con el empleo de recursos o fuentes de información necesarias para ello.

Las búsquedas se deben realizar a partir del conocimiento, y de la comprensión del concepto que se quiere hallar o encontrar, lo que implica que a continuación se debe reconocer, señalar, nombrar o enumerar la información que se ha hallado. Esta actividad cognitiva está ligada con la elaboración o planificación de un plan de búsqueda, pero teniendo en cuenta el grado de dificultad de esta otra habilidad cognitiva se ha optado por diferenciarlo.

II.3.8.C.2 Estrategias de formalización y de definición de las formas o de las estructuras

Son aquellas estrategias que se basan en definir formas o estructuras. Son de interiorización, y se realizan operaciones cognitivas que poseen reglas. Pueden ser explícitas o implícitas. Una de las estrategias de formalización conlleva el uso del lenguaje natural, con las capacidades que nos proporcionan las formas contenidas en ellas (gramática, sintaxis, semántica). También encontramos la interiorización de los conceptos, a través de su significado. La disposición y la forma especial además ayuda a la formalización, existen geometrías diversas y complementarias que empleamos para mirar el espacio (utilización del espacio de Euclides tridimensional, relaciones topológicas, proyecciones, etc.). De igual modo encontramos los conjuntos y las clases que se encuentran dentro de ellos. La descripción dentro del espacio además entraría dentro de esta estrategia, ya que las representaciones de las relaciones entre las variables se producen en este tipo de espacios.

Esta estrategia conlleva el uso de símbolos para representar entidades abstractas físicas, como pueden ser los campos gravitatorios o los campos electromagnéticos, todos los símbolos que empleamos en Biología o en Química, como por ejemplo los que encontramos para representar las estructuras de las sustancias químicas (Etxabe Urbieta 2019d), en particular para las sustancias orgánicas, fórmulas o expresiones simbólicas para representar leyes, matrices, representación gráfica de animales o de aparatos del cuerpo humano, etc.

II.3.8.C.2.1 Formalizar o teorizar

Se trata de habilidades que están ligadas a la capacidad de comprender o interiorizar. Se emplean con las ideas presentadas, y se deben proponer relaciones significativas. Implican procesos de relación que pueden llevar a elaborar generalizaciones, lo que demanda mayor capacidad de pensamiento abstracto que un simple reconocimiento, búsqueda o percepción de una evidencia (Pozo, 2002).

Exige realizar mentalmente relaciones entre los datos o los principios que rigen el conocimiento de una determinada materia, conocimiento de las relaciones significativas, métodos y procedimientos. Supone comprender enunciados, explicarlas y reordenar las ideas o nuevos puntos de vista.

II.3.8.C.2.2 Sintetizar

Es aquella habilidad cognitiva que trabaja con fragmentos, partes y elementos, que los organiza, los ordena y los combina para formar un todo resumido, o esquemático. Consiste en estructurar un conocimiento que antes no estaba establecido de manera clara. Es imprescindible la unión de los elementos y las partes para formar un todo, elaborar un plan o conjunto de instrucciones planificadas, desarrollo de conjuntos de relaciones para clasificar o explicar datos que proviene de la deducción de enunciados y de relaciones y construcción de un concepto o estructura ordenada de las partes en una secuencia lógica.

II.3.8.C.2.3 Calcular, resolver, dibujar, completar, seleccionar, decidir

Son acciones y resultados, que suponen emplear conocimientos, su comprensión, creatividad, procesos y productos. Las acciones pueden ser diversas: realizar cálculos, llegar a una solución a través de la resolución de un problema, completar un esquema o realizar un dibujo o incluso puede ser escribir un texto. Seleccionar o completar pueden constituir parte de la competencia resolver pero nos ha parecido conveniente diferenciarlo. Se trata de una habilidad íntimamente ligada a la estrategia metodológica resolución de problemas científicos (Furió, Iturbe, Reyes, 1991, Etxabe Urbieta 2018b, Etxabe Urbieta 2018e).

Implica realizar las operaciones necesarias para llegar al producto o resultado de una acción que normalmente está previamente determinada, o determinar las consecuencias de una situación dada. Implica tener en cuenta una serie de reglas que pueden ser conocidas (estar formalizados y simbolizadas) o bien generarlas a través de la creatividad.

Son actividades cognitivas básicas que el ser humano realiza con naturalidad, ligadas con relacionar unos fenómenos con ideas o con el pensamiento. Está ligado con la capacidad de razonar, y se trata utilizarlo para formalizar operaciones complejas y habilidades de pensamiento que se realizan para prever, estructurar, conjeturar, estimar, proyectar y completar. En ocasiones adquieren la forma cognitivo-lingüística de argumento o razonamiento causal que justifican una finalidad práctica o cognitiva.

En otras ocasiones pueden tener forma de dibujo o forma de texto o una combinación de ambos. Además pueden tomar forma de aplicación directa a datos conocidos o a esquemas simbólicos de interpretación lógico-matemática de dichos datos.

Por tanto esta habilidad supone utilizar procesos de razonamiento, llegar a resultados a partir de datos, ligarlo a modelos y teorías científicas y a la creación y fundamentación de los procesos de resolución de estrategias científicas.

Esta competencia cognitiva se ha ubicado dentro de esta estrategia, pero de igual modo se puede ubicar en otras estrategias, ya que además de implicar formalización, también puede suponer utilizar con posterioridad a la formalización.

II.3.8.C.3 Estrategias de elaboración y gestión de las diferentes formas

Estas estrategias permiten estructurar la elaboración de los conceptos, leyes y teorías buscando y estableciendo relaciones entre ellos y clasificando sus diferentes formas:

- Dialéctica entre elaboración de entidades discretas/continuidad (imaginar como discreto o imaginar como continuo)

- Integración de las formas.
- Descomposición, superposición, complementariedad, jerarquización, incompatibilidad, proyección etc.

Nos permiten imaginar (ver), comunicar (decir), elaborar (hacer), buscar a través de la definición de formas, entre otros aspectos existentes en las diferentes situaciones que se producen en el medio.

Por ejemplo diferentes conceptos se pueden organizar y jerarquizar atendiendo a las características inclusivas de sus significados, se explican estructuras mediante partículas imaginarias, se establecen relaciones mediante flechas para explicar diferentes situaciones de la realidad, búsqueda de formas a partir de la elección de las formas con las que están relacionadas, etc.

Suponen clasificación, organización y elaboración.

II.3.8.C.3.1. Clasificar

Se refiere a la acción de organizar o situar unos objetos o unas ideas según un criterio. La habilidad cognitiva desarrollada aplica un criterio sobre un conjunto o una serie de ideas para estructurarlo en subconjuntos.

En el ámbito de las Ciencias Experimentales es muy habitual emplear el término taxonomía (del griego taxis, que puede traducirse como “ordenamiento”, y nomos, “regla”), cuyo objetivo es ordenar a los diversos organismos dentro de una estructura o de un sistema. Pero también se han elaborado otros sistemas de clasificación, como la clasificación periódica de los elementos, que permite distribuir a los elementos químicos de acuerdo a sus características. Por tanto clasificar es atender a propiedades de un conjunto de objetos, establecer sus similitudes y diferencias, con la finalidad de establecer subconjuntos.

Es útil para facilitar búsquedas, para conocer y valorar la diversidad de elementos presentes en el medio o para ayudar a comprender de forma más significativa el significado de determinados conceptos a través de ejemplos. Además,

una clasificación ordena de modo que los subgrupos permiten organizar datos y hechos, que ya se han identificado, ordenado, enumerado o asignado características.

La clasificación basada en características permite sintetizar el significado de determinados conceptos o ideas. Igualmente ayuda a jerarquizar si se identifican las diferencias de los elementos del medio de acuerdo al grado de importancia.

El alumnado clasifica normalmente de acuerdo a sus características, en categorías (categorización).

En definitiva la clasificar es una habilidad académica y cotidiana que nos ayuda a la comprensión y al conocimiento significativo.

II.3.8.C.3.2. Organizar, estructurar, jerarquizar, seriar, ordenar

Se trata de habilidades cognitivas que hacen referencia a una acción que consiste en actuar sobre elementos o relaciones, cuyas características hacen que éstos se puedan disponer de una determinada manera. Las actividades en las que se plantean, supone buscar que estos elementos se dispongan de una manera determinada, en base a criterios que suponen unas relaciones supraordinadas o intraordinadas.

Se trata de una competencia ligada con otras como por ejemplo con la descripción de cualidades o características (similares o diferentes), sintetizar o analizar. Supone utilizar criterios para ubicar los elementos o las relaciones de un sistema o unas ideas de superior grado de abstracción, para realizar una actividad con la finalidad de situarlos de forma adecuada.

Organizar y estructurar implican ordenar, jerarquizar y establecer en forma de serie lineal o cíclica. La actividad busca, además de realizar subconjuntos, en base a las características de cada elemento o de cada relación, ordenarlos y colocarlos. Puede realizarse con elementos más abstractos como ideas formales o con objetos o fenómenos concretos del medio.

II.3.8.C.3.3. Elaborar

Es la habilidad cognitiva basada en la acción que consiste en llegar a un producto determinado, entre otras crear la solución buscada, de modo que el alumnado debe además de estructurar y ordenar, desarrollar los procesos necesarios para llegar al producto o a la solución. Supone utilizar información recogida a través de los sentidos o información conseguida para realizar el proceso para representar la solución.

Se trata de crear un texto o un dibujo o representación simbólica que previamente no existe. Implica realizar otras habilidades cognitivas como aplicar la información, su análisis, síntesis, ordenación y transformación.

Elaborar tiene en cuenta recursos disponibles y además la necesaria creatividad para poder llegar al objetivo de la solución. Incluye elementos necesarios para construir y dotar a la solución o idea elaborada de textos, con sus significantes y significados, así como las imágenes y del lenguaje simbólico científico-matemático. Elaborar supone además desarrollar, y ello implica una tarea ardua, continua, compleja y dinámica que integra multitud de conocimientos, de actitudes y de procedimientos.

II.3.8.C.4 Estrategias de interpretación y de asignación de significado a las relaciones y correlaciones entre las formas.

Están ligadas al establecimiento de relaciones de causalidad, vínculo, contigüidad espacial y temporal, relaciones de finalidad, concomitancia, etc., una vez que se analizan las características de las formas.

Los ejemplos más habituales son aquellos en los que se analiza y se establece una explicación causal o de contigüidad a una situación dada o una situación imaginada. Se elaboran explicaciones causales atendiendo a la cercanía espacial o temporal, atendiendo a la cercanía entre las ideas, o atendiendo al carácter teleológico o finalista. Por ejemplo las estrategias de interpretación se pueden emplear para relacionar conceptos como agua, ciudad, sol, y elaborar significados

tras establecer relaciones entre ellos. Se pueden plantear relaciones como para que el agua llegue a una ciudad o para poder llegar más cerca del sol, el agua se evapora o sufre la fuerza de la gravedad.

Son estrategias que implican una enorme complejidad, ya que hay que analizar, relacionar o aplicar conceptos al establecer las relaciones entre ellos.

II.3.8.C.4.1 Analizar

Consiste en descomponer una situación, en la que se identifica una situación problemática, en sus partes, y descubrir las relaciones existentes entre ellas. Se identifican los elementos más relevantes para poder elegir lo esencial (elementos o relaciones), es decir la solución del problema identificado en el sistema analizado. En muchas ocasiones, la posible solución se deduce de las relaciones que se descubren entre los elementos constituyentes, lo que confiere una cierta complejidad.

El establecimiento de estas relaciones se suele plantear en el nivel inferior anterior a este, e implica la descomposición de un conocimiento en sus elementos constitutivos. Se establece la jerarquía relativa de las ideas, y se expresa explícitamente la relación existente entre éstas.

En este marco se incluye el análisis de elementos del medio (su identificación y su delimitación), establecimiento de relaciones entre dichos elementos (conexiones e interacciones entre elementos, comprobación de la consistencia de las hipótesis con informaciones y suposiciones dadas, reconocimiento de los principios de organización de la situación problemática tanto en la estructura explícita como en la implícita, reconocimiento de formas y modelos, técnicas generales utilizadas, etc.), y el análisis ligado a la identificación anterior de ideas básicas y fundamentales.

II.3.8.C.4.2 Relacionar o asociar

Es muy habitual que fijemos nuestra atención en dos o más elementos para reconocer sus diferencias y semejanzas y para descubrir sus relaciones. En este marco, relacionar es una habilidad cognitiva ligada a la acción que pretende reconocer las similitudes entre elementos de medio físico y natural o entre ideas

abstractas. De hecho, en el ámbito del aprendizaje es la base del aprendizaje significativo.

Se parte de conocimientos del alumnado para cotejarlos con características de otros elementos del medio o con otras ideas de mayor abstracción, es decir se pueden establecer relaciones entre elementos concretos o relaciones entre entidades simbólicas. A veces puede ocurrir que los objetos o ideas que se tratan en las actividades, no permitan identificar por una parte sus similitudes. En dichos casos no se realiza esta operación cognitiva, si bien en muchas actividades se realiza la operación cognitiva necesaria para la delimitación del significado de los conceptos.

II.3.8.C.4.3 Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar

Es la competencia ligada a la acción y el efecto de poner, emplear, ejecutar o atribuir una idea o un conocimiento sobre otro. Estas habilidades necesitan utilizar abstracciones formalizadas anteriormente en situaciones particulares y concretas para aplicarlo a otras. Puede suponer utilizar ideas generales, reglas ligadas a procedimientos o métodos, y pueden utilizarse también principios, ideas y teorías y reflejarlos en el momento adecuado sobre otras ideas.

En el ámbito de las ciencias es habitual esta habilidad en la solución de problemas, en situaciones particulares y concretas, todo ello en el marco de la utilización de abstracciones realizadas con anterioridad ante cualquier tipo de conocimiento.

Supone una habilidad cognitiva para llegar a un conocimiento nuevo, y para ellos se pueden realizar diferentes acciones como predicciones, inferencias, deducciones o demostraciones para ejecutarlos o enviarlos o reflejarlos en otra situación.

II.3.8.C.5 Estrategias generales de ajuste-adaptación

Con frecuencia realizamos estas estrategias cognitivas de forma automática, y en muchas ocasiones no nos damos cuenta de que las utilizamos, aunque son básicos y conforman el comportamiento cognitivo humano.

- Están relacionadas con la capacidad de reconocer y de subrayar las diferencias, capacidad de "mirar para identificar/diferenciar prototipos" (partir de la situación conocida para detectar un prototipo)
- Pensamiento que actúa por "prueba-éxito-error", es decir elaborando hipótesis y ordenando según sea su grado de éxito o error. Está ligado al pensamiento analítico.
- Propuesta de hipótesis con intervención controlada.
- Verificación o comprobar su falsedad de diversas situaciones.
- Pensar por analogías para buscar modelos similares de otros conocidos.
- Elaboración de jerarquías de analogías y de modelos para guiar cada nueva mirada en sentido hipotético, con la elaboración de cada explicación que no imaginamos a partir de aquello que imaginamos.

Por ejemplo se trata de un razonamiento muy empleado en la elaboración de modelos sobre el átomo, para lograr que los nuevos modelos sean familiares a partir modelo bola, modelo plum-cake o modelo sistema solar. Por tanto del mismo modo está ligado a la formalización y a la elaboración.

II.3.8.C.5.1 Comparar, diferenciar, distinguir

Comparar es una habilidad cognitiva ligada a la acción que pretende el efecto de reconocer las diferencias entre elementos del medio. Se parte de conocimientos interiorizados, para cotejarlos con las características observadas e identificadas entre diferentes elementos del medio.

Se pueden comparar elementos percibidos u observados en la naturaleza (hechos, objetos o datos), o bien se pueden comparar elementos, conceptos o leyes construidos por el ser humano. Se puede realizar sobre aspectos físicos (tomando como referencia datos observados de forma directa en el medio) o sobre características simbólicas (tomando referencia un criterio consensuado por las personas sobre criterios no directamente cuantificables).

Podemos comparar en base a datos, hechos o medidas, o bien respecto una referencia sobre la que generamos entidades discretas. La comparación puede llegar a ser arbitraria, o puede poseer cierto relativismo si se comparan criterios subjetivos. Para comparar es fundamental consensuar patrones.

Desde una perspectiva eminentemente lingüística hay tres grados de comparación: afirmativo (señala como se encuentra en términos absolutos, es decir se califica), comparativo (se realiza sobre un patrón o criterio, es decir se elaboran entidades discretas) y superlativo (se afirma en sentido muy afirmativo). La comparación afirmativa o superlativa puede tener mayor subjetividad que la estrictamente comparativa. Además existen figuras retóricas como símiles, que se establece con elementos de relación como “cual” o “como” que denotan comparación basada en características.

II.3.8.C.5.2 Elaborar hipótesis

Consiste en la acción de proponer o formular posibles respuestas o relaciones en el ámbito de la resolución situaciones problemáticas. Se trata de la acción de proponer una idea basada en conocimientos científicos conocidos, que lo que pretenden es posibilitar el desarrollo cognitivo, y posibilitar una posible respuesta basada en el conocimiento y en la comprensión.

Se trata de una habilidad que se desarrolla específicamente en el marco de las Ciencias Experimentales, cuyo objetivo es buscar una respuesta coherente al problema planteado, se basa en utilizar conocimientos y tener en cuenta las variables tanto dependientes como independientes que intervienen en el proceso. En base a la hipótesis formulada se elaboran las predicciones, y su adecuación se testea mediante el diseño y realización de experimentos. A la luz de los conocimientos se analizan los resultados obtenidos y se decide la posible adecuación de la hipótesis.

II.3.8.C.5.3 Establecer analogías o similitudes (razonamiento analógico)

Es muy habitual que fijemos nuestra atención en un elemento para tratar de ajustar las características de otro elemento por el mero hecho de poseer algún

aspecto o característica similar. Se trata de un mecanismo de ajuste o adaptación de tipo cognitivo que solemos realizar de forma bastante automática.

El razonamiento analógico es una habilidad cognitiva ligada a la acción que pretende reconocer las similitudes entre elementos de medio físico y natural o entre ideas abstractas. Es una habilidad ligada al aprendizaje que parte de modelos conocidos por el alumnado para ajustar las características de otros modelos (elementos del medio o ideas abstractas).

A veces puede ocurrir que los objetos o ideas no permitan identificar la analogía pero se trata de una operación cognitiva necesaria para la delimitar o ajustar el significado de nuevos conceptos. En definitiva se trata de adaptarnos cognitivamente a un nuevo modelo desde otro ya conocido.

II.3.8.C.6 Estrategias generales de organización del ajuste y creatividad

En estas estrategias se construyen a través del pensamiento:

- Ajustes diversos (parciales o contextuales) para transferir, decidir o evaluar.
- Estructuras de ajustes correlativos más amplias para convertir (gradualmente) en dominante la exigencia de coherencia (mediada) intercontextual respecto a la del ajuste (inmediato) intracontextual.
- La deducción, la inferencia, la conclusión y la consistencia para desarrollar el "pensamiento abstracto" (que se impone al contexto, más que por dependencia), según dinámicas cognitivas que evolucionarán gradualmente.

Por ejemplo el pensamiento basado en la aplicación o en la predicción se engloba en este tipo de estrategia cognitiva.

II. 3.8.C.6.1 Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar

Se refiere a la capacidad para valorar o evaluar y para ello se necesitan, entre otros, los procesos de análisis, síntesis y estructuración. Sobre todo ello implica

realizar diferentes actividades cognitivas para reflexionar y juzgar o emitir juicios de valor.

Se ha incluido decidir ya que además de formular juicios sobre el valor de ideas, objetos o procedimientos, del igual modo puede implicar de acuerdo a unos objetivos adoptar entre varias una postura determinada. Incluye los juicios cuantitativos y cualitativos de acuerdo a los criterios que se establezcan, juicios en función de coherencia (evidencia) interna (de precisión lógica, consistencia o criterio interno) y juicios en función de criterios externos (criterios seleccionados, comparación de otros conceptos o teorías, comparación de un trabajo con respeto a normas, etc.)

II.3.8.C.6.2. Diseñar o inventar

Es la habilidad cognitiva basada en la búsqueda de una solución desde disciplinas creativas, ligado con los razonamientos de las personas, y con la búsqueda de la solución o de las alternativas que con anterioridad a la realización de la tarea se desconocen.

El alumnado debe estructurar, desarrollar y generar dibujos, textos o esquemas que deben estar ordenados y además el alumnado debe señalar las instrucciones que hay que seguir. Se trata en definitiva de elaborar lo que está por venir, situación muy habitual en el campo de las ciencias experimentales.

Tanto diseñar como inventar están ligados con la capacidad creativa del alumnado, que reflejan la representación de la respuesta a lo desconocido, cuya plasmación es el pensamiento de la solución o las alternativas mediante esbozos, dibujos, bocetos o esquemas trazados en cualquiera de los soportes, en diferentes momentos (durante o posteriores a procesos) de análisis o aplicación de alternativas o investigación.

El acto puede ser intuitivo y se puede asociar con creatividad, como acto de creación o innovación si el objeto no existe o como modificación si hay algo existente como inspiración abstracción, síntesis, ordenación o transformación.

Diseñar, entre otras cuestiones supone tener presente tanto ideas como recursos materiales, su forma o estructura, las transformaciones o relaciones y el significado implícito de la idea o del producto creado como solución. Puede incluir una componente ligada al conocimiento o a la comprensión, o una componente estética (lingüística y artística), si bien lo imprescindible es que el alumnado disponga de los elementos necesarios para construir y dotar a la solución o idea de textos (significantes y significados), de imágenes y del lenguaje simbólico. El producto diseñado debe cumplir su función.

La competencia diseñar es una tarea compleja y dinámica. Integra multitud de conocimientos, actitudes y de procedimientos, así como las condiciones impuestas en la tarea a realizar. Se trata de una estrategia cognitiva que demanda creatividad y empleo de pensamiento divergente.

II.3.8.C.7. Consideraciones finales sobre las competencias cognitivas

La propuesta para las competencias cognitivas es completa, adecuada, y además proporciona información sobre el problema planteado en la presente investigación.

II.3.8.D. Competencias cognitivo-lingüísticas

En el campo de la didáctica de las ciencias experimentales enseñar a hablar y escribir ciencias, sobre los fenómenos estudiados y las experiencias supone que aprender ciencias es aprender el lenguaje científico (Sanmartí (coord.), 2003). El lenguaje científico es un lenguaje específico que se ha de conocer, que incluye fórmulas, esquemas y gráficos y es diferente del cotidiano. Cabrera Castillo (2019) señala que las habilidades cognitivo-lingüísticas como la descripción, la explicación y la argumentación son parte de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Indica que ello orienta sus clases de forma diferente, ya que subraya la importancia del lenguaje para el aprendizaje de las ciencias.

Las habilidades cognitivo-lingüísticas más importantes son las que se especifican en los siguientes apartados.

II.3.8.D.1. Descripciones

Es la competencia ligada a la producción de enunciados que enumeran las cualidades, datos objetivos, propiedades o características de los objetos. Está ligado a la manera de mirar y de hablar sobre los hechos que ocurren en una secuencia temporal y/o espacial (Franco y Sanmartí, 2003)

Supone elaborar un escenario organizado en el que hay que utilizar palabras adecuadas para producir o para interpretar enunciados, para presentar la realidad tal y como es, para visualizar regularidades y para desarrollar actividades cognitivas con la utilización de diferentes estrategias metodológicas. Este escenario está formado por enunciados que enumeran cualidades, propiedades y características de objetos, organismos o fenómenos. Son afirmativos y están ligados a hechos, acontecimientos u objetos.

Se emplean palabras y expresiones lingüísticas para compartir lo que se percibe, sin ninguna ambigüedad en su proceso. Así se obtienen textos o expresiones que construyen modelos sobre lo que percibimos, ya que las maneras de mirar están ligadas con las formas de expresar o de decir.

Estas palabras comprenden conjuntos de informaciones y de interrelaciones para que sea significativo para el alumnado, para que, desde el punto de vista científico, permitan construir su significado, y el objetivo de su descripción. Además de los sustantivos se emplean verbos que poseen gran importancia en cualquier tipo de observación o en otro proceso científico.

Los textos descriptivos se refieren a “como son” los sistemas naturales y artificiales, a lo “que pasa” cuando pensamos en los cambios que se producen en los fenómenos y “cómo pasa” en relación a alguna regularidad.

Por otra parte pueden estar ligados a procesos que ocurren a lo largo del tiempo, pueden estar relacionados con objetos en un momento determinado, o bien pueden requerir aplicar una entidad formal si el fenómeno presenta complejidad o falta de concreción en su descripción.

II.3.8.D.1.1. Características de las descripciones

Se trata de un paso necesario, a veces el primero, en todo proceso de construcción de conocimiento, cuya finalidad es dar sentido a los hechos que se hallan a su alrededor. Para ello deben mirar el objeto de estudio desde el punto de vista científico, y observar determinados aspectos de modo que no los pasen por alto.

Por otra parte el alumnado representa en forma de texto y los nombra (a veces se combina con la utilización de imágenes, gráficas, mapas, etc.), lo que le confiere cierta dificultad. Sin embargo desafortunadamente en ocasiones el profesorado le da poca importancia lo que supone, en muchas ocasiones el origen de determinadas dificultades de aprendizaje.

La forma de mirar los hechos está condicionado por la finalidad de la competencia cognitiva observación y, probablemente, en función de la estrategia metodológica empleada. Esta forma de mirar depende de los conocimientos previos del alumnado, es decir del marco de teórico de referencia. De todos modos la relación es biunívoca, ya que la observación promueve la descripción, y ésta depende de la observación.

Empleamos nuestros conocimientos y nuestras representaciones mentales para construir conocimientos, entre otras competencias, mediante descripciones. Se aprende de la observación de diferencias y de aspectos no conocidos, a través de la identificación de variables que anteriormente habían pasado desapercibidas. En este aprendizaje las observaciones deben ser provechosas, lo que implica no sólo recoger y acumular hechos, sino en buscar y en proponer cierta coherencia con nuestras ideas y con nuestros objetivos.

Sin embargo lo verdaderamente importante es la razón o el motivo de las observaciones. Cualquier persona (sean nuestro alumnado o sean personas relevantes en el campo científico) que haya realizado un trabajo de campo experimental lo debería mostrar.

En el ámbito didáctico, el alumnado describe características, y ello ayuda a construir el marco o el escenario en el que tendrán sentido los contenidos del currículum (Cañal y Porlán, 1987). La descripción de hechos supone elaborar afirmaciones empleando palabras u otras representaciones simbólicas, siempre en sentido afirmativo para elaborar el modelo sobre la realidad.

Las descripciones poseen carácter relativo, están ligados a los hechos y a los conocimientos que poseemos y forman parte de las modelizaciones. Las descripciones del alumnado pueden estar de acuerdo o no con las teorías aceptadas en la ciencia (para un mismo fenómeno a lo largo de la historia o en aula podemos tener teorías aceptadas en la ciencia o teorías del alumnado no aceptadas), pero para realizar buenas descripciones, es necesario la construcción de modelos del fenómeno o del sistema estudiado, lo cual supone la importancia de la capacidad de imaginación del alumnado (Fernández, 1999).

Describir supone aprender y debe ser significativo en relación al modelo de referencia en la ciencia. En este contexto la función del profesorado debe ser ayudar a identificar las variables significativas, para construir el nuevo modelo o el nuevo conocimiento, para dar importancia a los aspectos que a menudo no los considera útiles o ni tan siquiera considera que tengan relación. Además realizar descripciones estimula la objetividad y la precisión a la hora de elaborar textos, y hay que diferenciar textos observacionales y opiniones e inferencias.

De forma análoga al resto de competencias cognitivo-lingüísticas, aprender a describir es una actividad compleja que tendrá sus finalidades, sus reglas de juego y sus dificultades.

II.3.8.D.1.2. Algunos ejemplos de actividades para realizar descripciones

Aprender a describir implica realizar actividades como las que se mencionan a continuación, en diferentes fases del ciclo de aprendizaje:

- 1.- Plantear problemas. Por ejemplo actividades de simulación en el que el alumnado adopta diversos roles desde diferentes puntos de vista.

- 2.- Utilizar bases de orientación reelaboradas y traducidas por el propio alumnado sobre la elaboración de textos descriptivos. Son importantes las operaciones más importantes que se siguen para elaborar textos descriptivos, como es la identificación de objetivos, categorización del sistema o de los procesos que se describen, selección de propiedades o características, empleo de propiedades calificadoras a través de datos o cifras, relación entre acciones con cambios o con las interacciones, observación de forma discreta a lo largo del tiempo y utilización de tablas o esquemas con textos sintéticas.
- 3.- Utilizar bases de orientación específicas sobre descripción de diferentes aspectos del medio desde la perspectiva de las Ciencias de la Naturaleza.
- 4.- Acordar o discutir con el alumnado, previamente a su aplicación, criterios de evaluación para autoevaluar textos descriptivos.
- 5.- Escribir textos para describir diferentes fenómenos y, a continuación, analizar y comparar dichos textos.
- 6.- Elaborar descripciones de modo individual y grupal, y a continuación realizar la coevaluación siguiendo las pautas o criterios acordados. Sanmartí (2001) señala que las valoraciones que realiza el alumnado suelen ser muy rigurosas.
- 7.- Elaborar mapas conceptuales o la uve de Gowin en las que el alumnado debe reflejar las descripciones que hay que realizar (Novak y Gowin, 1988).
- 8.- Realizar actividades KPSI sobre situaciones descriptivas con el empleo de textos descriptivos.
- 9.- Realizar salidas al medio o a museos de ciencias planteando actividades de elaboración de textos descriptivos.
- 10.- Realizar trabajos prácticos en los que se plantea descripción de situaciones prácticas.

- 11.- Proponer preguntas descriptivas.
- 12.- Utilizar textos históricos con descripciones realizadas por científicas y científicos.
- 13.- Elaborar un blog o analizar páginas webs en las que aparecen textos descriptivos.
- 14.- Interpretación de imágenes solicitando la elaboración de textos descriptivos.

Aunque pensemos que para el alumnado de cualquier etapa educativa las descripciones son fáciles y que no suponen dificultades, estas son análogas a las que poseen otras habilidades cognitivo-lingüísticas. Se trata de una actividad cognitiva y a través de discusiones con el alumnado o a través de cualquier otro método, se toma conciencia de la necesidad de precisión y cuidado en la realización de las actividades.

II.3.8.D.1.3. Dificultades de las descripciones

- 1.- Características de las variables más significativas del objeto o fenómeno, en relación al objetivo de la observación. Puede deberse a la complejidad de la descripción, al desconocimiento del marco teórico, o bien debido a que no se señalan los pasos que han de seguirse al realizar la descripción. Por ejemplo al describir las frutas el alumnado se centra básicamente en el color. Les resulta complicado fijarse en otras variables más importantes ligadas al concepto de fruta como por ejemplo el número de semillas al cortar por la mitad, característica dura o blanda o lisa o rugosa de la superficie, distribución de las semillas, tamaño relativo respecto al tamaño de un objeto concreto, sabor dulce o amargo, forma especial o alargada, número de elementos de los que está formado, características de las semillas (forma, color, tamaño, blando o duro,...), característica de la cáscara, ruidos ligados al movimiento, entre otros aspectos.
- 2.- Diferenciar las observaciones de las inferencias. En ocasiones suelen realizar inferencias utilizando los modelos alternativos a los modelos

científicos escolares, lo que supone un serio obstáculo al aprendizaje científico.

- 3.- Desconocimiento de la estructura del discurso descriptivo científico. No interiorizan en muchas ocasiones que las descripciones deben ser sistemáticas, a cuantificar las observaciones y a reflejar lo que es relevante según el objetivo de la descripción. Tampoco es habitual que estén habituados a utilizar tablas, cuadros, esquemas y números que acompañan al texto, aspecto que permite reducir su longitud y visualizar mucho mejor las observaciones. Además al realizar las comparaciones no suelen emplear escalas apropiadas (indican que es grande pero no suelen indicar que es mayor que un tipo de golosina u otro objeto conocido).
- 4.- Aunque igualmente ocurre en las explicaciones, otra dificultad suele ser la utilización de verbos no adecuados en la descripción. Normalmente se concede mayor importancia al significado de los sustantivos. Sin embargo en el ámbito escolar el significado suele venir dado básicamente por el verbo y por los conectores. Del mismo modo que nuestro alumnado al formular objetivos emplea verbos “comodín”, además al realizar las observaciones utiliza este tipo de verbos (“tener”, “ver”...). Con estos verbos se suele convertir en “sustancia” la descripción y además las dificultades en la interiorización de los significados suele estar ligadas con los verbos que utilizan. Además el tiempo verbal posee importancia pero para el alumnado, en ocasiones, carece de importancia.
- 5.- Aunque además se produce en otras habilidades cognitivo-lingüísticas, el alumnado, de modo análogo, tiene problemas al relacionar los sustantivos y al utilizar los conectores al realizar las descripciones. La riqueza lingüística está ligada también a un mejor aprendizaje de la ciencia.
- 6.- El alumnado, al realizar la descripción, suele centrarse en los estados de transición de un sistema y no en los estados de equilibrio. No describen las entidades no perceptibles, no relacionan o no comparan descripciones de situaciones análogas, y más que centrarse en las interacciones, se centran

en los objetos que se desplazan o se transforman. Su enfoque es limitado y sólo se centran en aquello que les llama la atención, es decir en lo que cambia.

- 7.- El alumnado describe de forma análoga a como lo realiza en el contexto cotidiano, y consideran que se trata de una descripción adecuada y significativa. Por tanto no se esfuerzan en mejorar la calidad del texto construido.

II.3.8.D.2. Explicaciones

Se presentan al alumnado, o son ellos y ellas quienes elaboran enunciados formados por conceptos, a través de los cuales relacionan entre sí los hechos y los interpretamos a la luz de un marco teórico de forma ordenada. Las explicaciones constan de ideas que se desarrollan y, para ilustrarlas se suelen acompañar de ejemplos (Ribas, 2003).

Se elaboran a partir de ideas que corresponden a diferentes patrones temáticos y, a modo de ilustración se acompañan de dibujos. El carácter de las explicaciones es académico, es decir el punto de partida es el conocimiento científico, se realiza la transposición didáctica, y a continuación se elabora y se transmite el conocimiento didáctico de forma significativa. Se elaboran textos en los que el conocimiento trata sobre las cualidades, propiedades, fenómenos o características de los sistemas materiales. Es muy importante utilizar términos adecuados y relacionar las ideas previas del alumnado sobre hechos y acontecimientos con el conocimiento científico (Pozo 1987). Son ideas asociadas a construcciones humanas que no son parte de la realidad, sino que forman parte de modelos que permiten comprender y explicar la realidad (Pozo y Carretero 1987).

Se pretende que los conocimientos del alumnado evolucionen de forma directiva o dialógica. El alumnado debe recibir o debe elaborar un discurso propio en el que integran de forma coherente los conocimientos que ha aprendido de modo significativo. Desde el punto de vista cognitivo a través de las explicaciones, se llega a poseer en su mente un estado de conocimiento comprensible de ideas teóricas,

fenómenos, resultados, hechos, actitudes y elementos de sistemas físicos y naturales. Pueden ser saberes académicos abstractos, cuyo aprendizaje debe reflejar la relación entre, por un lado, hechos y fenómenos, y por otro, conocimientos teóricos y conceptuales. La finalidad es promover la autorregulación del propio conocimiento y del conocimiento científico.

II.3.8.D.2.1. Características de los textos explicativos

La información se transpone (se selecciona, se amolda y se dota de metodología) a las características del alumnado destinatario, o es ordenado y elegido por el alumnado, que lo elabora a partir de sus conocimientos y de los conocimientos de los que dispone o puede llegar a disponer.

Explicar es organizar la información que posee o que se le aporta al alumnado, mediante unidades lingüísticas lógicas con las que se elabora razonamientos, cuya estructura consta de premisas que conducen a conclusiones.

Normalmente la estructura consta de introducción, en la que se muestra la intención o finalidad del autor/a, y se presenta el patrón temático. A continuación, según la progresión temática, se desarrolla el cuerpo o se añaden o se alternan nuevas ideas, o bien emplean sus ideas previas y se establecen relaciones (Pozo y Carretero 1989).

Su estructura consta de párrafos o unidades temáticas jerárquicas y se introducen conectores. Encontramos ejemplos, explicaciones aclaratorias, relaciones, que ordenan el texto, y reflejan razonamientos causales, consecutivos o finalistas a través de oraciones subordinadas. Se expresan a través de una tipografía que marca la jerarquía y las relaciones que encontramos en el pensamiento. En la parte final del texto se reúnen todas las ideas en una conclusión que debe dar cuenta de si se cumplen las hipótesis o nos debe proporcionar una visión conjunta de las ideas.

La perspectiva dialógica es más enriquecedora, ya que el alumnado adquiere e incrementa su capacidad de organizar y de construir en su mente las ideas científicas. En relación al aprendizaje, lo importante no es recuperar los conocimientos desde la

memoria del alumnado, sino generar interacción y dialéctica entre los conocimientos, sus conocimientos previos y las nuevas informaciones. Así el alumnado estructura y transforma el conocimiento de forma armónica y coherente, resuelve problemas epistemológicos, y comunica, interrelaciona, compara y relaciona hechos con conocimientos.

Esta organización y asimilación de ideas no es una mera suma de enunciados, sino que es una unidad dotada de intención persuasiva, de significado global, que consta de apartados, títulos y subtítulos, ejemplos, ilustraciones, términos en negrita, subrayados y mayúsculas.

Las características de los textos explicativos son pertinencia, completitud, coherencia, cohesión, precisión y volumen de conocimiento.

Se clasifican en instructivas (señalan lo que se debe hacer y cómo se debe hacer), narrativas (señalan el orden y la secuencia temporal) y expositivas (dirigidas a la comprensión).

II.3.8.D.2.2. Dificultades de los textos explicativos

El aprendizaje y la enseñanza de esta competencia cognitivo-lingüística, se manifiesta en las dificultades que posee el alumnado para comprender y expresar explicaciones estructuradas, organizadas y, científicamente pertinentes y completivas (Pro, 2003, 2008 y 2011).

En nuestras aulas se ha constatado que el profesorado en formación, en muchos casos emplean conocimientos cotidianos no científicos, a pesar de haber recibido instrucción en ciencias. Se pensaba que se habían superado, errores en la aplicación de conceptos y leyes científicas, confusiones en el significado de conceptos. Sin embargo se han encontrado los siguientes tipos de dificultades:

- En un primer momento el alumnado más que relacionar o relacionar conexiones significativas adiciona conceptos. No se produce autorregulación de los aprendizajes.

- Dificultades en la comprensión del léxico científico especializado. El alumnado es muy resistente a la evolución conceptual.
- Poseen dificultades en la estructuración y en la organización de las ideas científicas.
- Presentan problemas en la utilización de verbos y en la utilización de tiempos verbales adecuados. Además hacen referencia a un modelo científico determinado que puede no ser el científico.
- Presentan problemas en el empleo de conectores adecuados.
- Usan un lenguaje sencillo, limitado y polisémico. En muchas ocasiones emplean conceptos de forma indiferenciada (Driver, Tiberghien y Guesne, 1989).

II.3.8.D.2.3. Algunos ejemplos de actividades para elaborar explicaciones

Se plantean diferentes actividades en las fases del ciclo de aprendizaje propuestos por Jorba y Sanmartí (1996), entre otras plantear situaciones problemáticas que den lugar a la elaboración de textos o solicitar textos ligados con la vida cotidiana. Sin embargo la complejidad de la tarea, y las dificultades que plantea al alumnado, puede solucionarse con el empleo de herramientas como bases de orientación consensuadas con el alumnado para elaborar textos, que en un primer momento pueden ser más cortos y conforme avance la escolaridad pueden ser más largos.

Siguiendo con el método de resolución de problemas (Etxabe Urbieta 2018e) se plantean problemas ligados a que escriban textos que contenga dos, tres o más conceptos científicos, o bien sobre algún tipo de ley (Gil-Pérez, Martínez-Torregrosa, Ramírez, Dumas-Carré, Goffard y Pessoa 1992). Asimismo se plantean actividades que establezcan relación con ejemplos o con situaciones de la vida cotidiana, de igual modo la explicación o elaboración de textos explicativos de actualidad (método de utilización de información), o el empleo de textos históricos puede constituir otro tipo de actividades ligadas a esta competencia cognitivo-lingüística (Etxabe Urbieta

2018b). Además se enfocan las actividades para elaborar textos hipotéticos en los que tienen que pensar sobre modelos científicos o analizar y comparar diferentes modelos ya elaborados (Gil Pérez, Furió Más, Valdés, Salinas, Martínez-Torregrosa, Guisasola, González, Dumas-Carré, Goffard y Pessoa de Carvalho, 1999). Responder a preguntas explicativas, o elaborar mapas conceptuales de textos, de igual modo es una buena oportunidad para desarrollar explicaciones, explicar actividades fuera del aula, explicar trabajos prácticos, elaborar actividades integrando las TICs, y ligarlo con la interpretación de imágenes puede dar lugar a elaborar presentaciones verbales. Elaborar proyectos, relatos de ficción (Etxabe Urbieta y Aranguren Garayalde 2014b), visitas a museos de ciencias también poseen relación con el método expositivo y están ligados con esta competencia cognitivo-lingüística.

Las actividades dialógicas se pueden elaborar en las distintas fases del aprendizaje (Jorba y Sanmartí, 1996). En las primeras fases se elaboran textos más hipotéticos (Guisasola, Zuza, y Sagastibeltza 2019), mientras que en la fase de formalización y aplicación se exige al alumnado textos con superior calidad y mayor perfección, es decir más explicativos y menos hipotéticos. En estas últimas fases del ciclo de aprendizaje se liga la actividad con la generación de nuevos problemas, así como su la explicación. Igualmente se plantean actividades directivas para desarrollar competencias cognitivas como análisis, comparación o elaboración (actividades de identificación de conceptos y de reescritura de textos, comparación entre ideas, ordenación de ideas según su importancia o según su nivel de generalidad o concreción, relación con la cotidianidad o con aplicaciones industriales o sociales, elaboración de esquemas o actividades de búsqueda de textos explicativos sobre ideas similares.

II.3.8.D.3. Justificaciones

Las justificaciones son textos en los que relacionamos los hechos observados con su causa a través de una teoría. Son textos que obtenemos al producir razones, al establecer relaciones entre ellos, o al examinar su aceptabilidad o su corrección, con la finalidad de modificar el valor epistémico de una tesis en relación al corpus de

conocimientos en el que se incluyen los conocimientos objeto de la tesis (Custodio y Solsona, 2003).

Justificar supone identificar hechos, realizar observaciones y utilizar los conocimientos teóricos que se poseen. Se generan razones a partir de la relación que se establece en el marco de una pregunta, o entre los hechos y la teoría. La justificación se refiere a conocimientos que se poseen, que son aceptados por las personas individualmente o en comunidad, y que se emplean para producir razones. Por tanto la justificación parte de los conocimientos que se disponen y consta de tres procesos:

- 1.- Producir razones
- 2.- Establecer relaciones causales entre el conocimiento teórico y las razones propuestas.
- 3.- Evaluar su aceptabilidad con los hechos de la realidad según el modelo teórico de referencia.

II.3.8.D.3.1. Características del razonamiento causal y de las justificaciones

Un razonamiento causal es aquel que se caracteriza por asociar causas y efectos a los fenómenos. Espontáneamente generamos concepciones causales que responden a una determinada visión del mundo, a una manera de ver y de explicar cómo se desarrollan los acontecimientos, y está presente en la manera de expresarse y en los mecanismos de acción que empleamos las personas (Pro, 2013).

Custodio y Solsona (2003) y Sanmartí, Izquierdo y García (1999) proponen la analogía entre aprender ciencia (en nuestro caso elaborar justificaciones) y un “iceberg”. El alumnado observa hechos pero para justificar debe utilizar teorías y modelos que constan de entidades no observables, es decir, debe imaginar y debe pensar con teorías y modelos (Jiménez Aleixandre, 1992, Kuhn, Amsel y Loughlin 1988, Kuhn, 1991 y 1993, Kuhn y Udell 2003), que deben ser coherentes con el problema y con la observación, y emplear de forma correcta y no híbrida (Caamaño, 2003a, 2003b). A veces el alumnado emplea elaboraciones teóricas de diferentes

niveles. Esto supone que el profesorado debe enseñar a traducir y en convertir observaciones y explicaciones cotidianas en ideas científicas correctas.

La elaboración de estos textos implica pensar en actividades cognitivas, en las que se puedan producir razones consolidadas o no tan consolidadas, sostener el grado de corrección o adecuación, examinar la aceptabilidad y analizar diferentes puntos de vista. En consecuencia se trata de una de las actividades más completas, y su realización implica buena comprensión de los contenidos científicos, si bien en el inicio el alumnado parte del conocimiento cotidiano ya que les resulta más abstracto y más complejo formalizar el referente científico.

Las justificaciones se plantean en el aula, para que como profesorado nos aseguremos de que nuestro alumnado se esfuerce cognitivamente, y para lograr que en el texto (solución o respuesta) expliquen el porqué, o las razones, basadas siempre en el conocimiento científico.

Custodio y Solsona (2003) señalan que han comprobado las enormes dificultades que posee el alumnado para justificar tesis u observaciones, e indican que para entender todos los contenidos se inician, o se acaban las actividades con expresiones de tipo justificativo (“Justifica”, “Razona”, “¿Por qué?”, “expón tus razones”...). De igual modo, señalan que las justificaciones que acostumbra a realizar el alumnado en la escuela, no constituyen auténticas justificaciones, lo que complica la evaluación de las actividades. A menudo el alumnado escribe textos más cortos que los que debiera (incluso telegráficos), llenos de supuestos y elementos implícitos, en los cuales en muchas ocasiones no aparecen las relaciones causales, ni la necesaria relación entre los hechos y las teorías.

Las relaciones lingüísticas suelen ser de naturaleza causal. Se emplean conectores como “porque”, “a causa de que”... Si está ligado con la competencia cognitiva comparación en las justificaciones también se pueden emplear conectores como “en cambio”, “sino que”, “antes”, “después”... En ocasiones (Custodio y Solsona, 2003) los conectores pueden ser implícitos.

En base a lo que ocurra en el fenómeno, en base al conocimiento teórico o los objetivos que tengamos, orientarán la justificación en un determinado sentido. Los conocimientos previos influirán de modo que los mismos hechos, y las mismas observaciones podrán verse de manera tan diferente según utilicemos una u otra teoría. A veces la mejora de la calidad de las observaciones puede originar cambios en las teorías y en las justificaciones.

A lo largo de la historia de la ciencia tenemos muchos casos (por ejemplo en las investigaciones sobre la estructura del átomo, en astronomía o en el conocimiento de la naturaleza de la luz) que nos muestran, que por diferentes motivos los fenómenos físicos y naturales se pueden elaborar modelos y explicar de formas bien diferentes. La forma de justificar un fenómeno se ha modificado según el contexto histórico, ya que en cada época histórica, los conocimientos y los medios técnicos han sido diferentes, y por que en cada momento se formulan preguntas diferentes, habida cuenta del cambio que se produce en la forma de pensar.

Si esta idea la trasladamos al ámbito educativo, el futuro profesorado debe darse cuenta de que para que gracias a los nuevos conocimientos, el alumnado de enseñanza obligatoria aprenda a justificar, deben proponer actividades para que se produzca la evolución de sus conocimientos. Es importante que el alumnado tome conciencia de que las justificaciones no son absolutas e inmutables, sino que van modificándose, conforme evoluciona su madurez y aprende a realizar mejores observaciones y a cuestionar sus ideas.

Además el profesorado en formación ha de tener claro que cuando se solicita al alumnado que justifique un determinado fenómeno, ha de quedar claro de una manera o de otra, el momento y los objetivos de la actividad ya que ello influye en el contexto sobre el que deben pensar (cuales son las preguntas, que conocimientos son los que se deben tener en cuenta y que datos se disponen para elaborar la respuesta).

En consecuencia para fomentar el pensamiento creativo y divergente del alumnado debemos enseñar a mirar los fenómenos de forma diferente y de explicarlos de forma diferente. Aunque no sea sencillo, y les cueste reconocer las

dificultades que entraña la búsqueda de respuestas justificativas, deben darse cuenta de que necesitan nuevos conocimientos, dándose cuenta de que progresivamente irán evolucionando sus ideas, y se irán acercando a los modelos y teorías que propone la ciencia actual. Las preguntas que se plantearán en diferentes niveles educativos podrán ser diferentes, y en el caso de que sean análogas o en el caso de que las observaciones sean las mismas, las justificaciones podrán ser diferentes.

II.3.8.D.3.2. Dificultades en el aprendizaje y en la enseñanza de la justificación

Custodio y Solsona (2003) proponen una serie de dificultades en el aprendizaje y en la enseñanza de la justificación. Las más importantes son las siguientes:

- 1.- En ocasiones, las justificaciones que elabora el alumnado son tautologías. Al justificar utilizan únicamente hechos y emplean sinónimos.
- 2.- El error no es de ellos/as sino de otras personas. En otras ocasiones, si se refiere a un experimento el alumnado justifica a través del error de la persona que experimenta.
- 3.- Errores del alumnado al precisar y establecer los hechos y las interpretaciones, así como su adecuación al problema. Puede basarse únicamente en hechos.
- 4.- A veces muestran justificaciones contradictorias. La observación está condicionada por la teoría y, los cambios en las teorías influyen en los objetivos y en las competencias del alumnado al elaborar las respuestas.
- 5.- Elaboración de relaciones causales en contexto, implica que el alumnado desconoce los diferentes niveles de los que consta la estructura de los razonamientos causales (Solsona, 1998 y 2002).
- 6.- El alumnado desconoce el patrón temático y el patrón estructural. Lemke (1997) señala que el uso de la lógica posee relación con procesos semióticos, mientras que el razonamiento es una manera de utilizar ciertos

patrones retóricos para hablar y escribir ciencia. Igualmente señala que estos patrones se pueden enseñar y aprender.

- 7.- Normas implícitas del alumnado en el contexto aula sobre lo que es una buena justificación. Por ejemplo Custodio y Solsona (2003) señalan que al desarrollar la actividad y al escribirlo con sus palabras, implícitamente conlleva no considerar el argumento de la autoridad.
- 8.- Pertinencia en relación al modelo teórico. Custodio, Márquez y Sanmartí (2015) señalan la pertinencia como las razones, o los argumentos, que globalmente, tienen coherencia y hacen referencia al objeto de la explicación. El alumnado debe identificar el tema y el objeto de la justificación. No es nada fácil que el alumnado elabore justificaciones que sean significativas y adecuadas, sobre todo en relación a modelos, en los que hay que imaginar que la realidad es completamente diferente a lo que percibimos. Es habitual que se generen confusiones entre los hechos y los conceptos, sobre todo cuando corresponden a diferentes niveles de la realidad.
- 9.- Completitud. Significa que al elaborar el texto se tienen en cuenta todos los aspectos, es decir que no quedan cuestiones sin señalar o desarrollar, que las razones se expresan de forma clara, y que la idea científica está suficientemente desarrollada. Debe contener todas las entidades y características del modelo al que se refiere, y además, el texto debe estar finalizado y debe ser consistente, es decir debe resistir las objeciones.

Existen problemas al expresarse de manera completa diferentes causas y/o diferentes consecuencias. En algunas ocasiones ocurre que el alumnado no selecciona un número suficiente de razones, de modo que se da una visión global del concepto, y se establecen relaciones implícitas. Una buena herramienta para superar esta dificultad consiste en utilizar bases de orientación.

- 10.- El volumen de conocimientos se debe corresponder con el nivel educativo del alumnado. Los textos deben contener toda la información necesaria pertinente y útil para lograr un aprendizaje significativo. A veces el alumnado no emplea el conocimiento que es relevante y que es necesario al elaborar el texto.
- 11.- Precisión. En este caso el significado del lenguaje coloquial y específico interfiere en la elaboración de textos, sobre todo en el uso indiferenciado de sinónimos. No se utilizan términos adecuados, no están correctamente definidos, existen vaguedades y no se emplean con propiedad términos científicos específicos. Los conceptos científicos deben emplearse con rigurosidad.
- 12.- Organización del texto. En ocasiones se emplean conectores que reflejan un pensamiento lineal, no relacionan las variables independientes relevantes del problema y el texto correspondiente al problema puede ser excesivamente sencillo. Los párrafos suelen estar desestructurados y los escritos pueden llegar a ser incoherentes. En ocasiones no se cumple esta condición ya que los conectores deben emplearse adecuadamente, y la estructura del texto debe ser la adecuada a la justificación. Además deben relacionarse las variables y la justificación debe poseer su complejidad científica, cuestiones ambas que son complicadas para el alumnado.

II.3.8.D.3.3. Algunos ejemplos de actividades para elaborar justificaciones

Tal y como se ha señalado en las anteriores competencias cognitivo-lingüísticas, aprender a justificar es una actividad sumamente compleja ya que implica conocer los modelos científicos y por que supone aprender a establecer relaciones entre los conceptos para traducir los hechos observados.

Se pueden realizar diferentes actividades en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje, entre otras plantear situaciones problemáticas actuales, pasadas o históricas, plantear juegos de rol (Sanjosé López y Barberá 1990) o debates, utilizar bases de orientación (a ser posibles elaboradas por el propio alumnado), elaborar

textos de autoevaluación, elaborar textos hipotéticos, solicitar diseñar la elaboración de textos, solicitar textos justificativos para analizar y comparar escritos ya elaborados (nombrando su autoría, elaborando justificaciones individuales y grupales, o sea coevaluando continuamente), elaborar heurísticos como la uve de Gowin o mapas conceptuales, realizar actividades tipo KPSI, relacionar con actividades desarrolladas fuera del aula, realizar trabajos prácticos, proponer preguntas causales, utilizar textos históricos que reflejen el diferente razonamiento de científicas y científicos en diferentes marcos históricos y sociales (diferentes comunidades científicas, diferentes conocimientos y diversidad de experimentos y de observación de hechos, diferentes objetivos y análisis de justificaciones, diferenciar ideas, utilización de diversos conectores), elaborar actividades integrando las TICs y actividades de relación con la interpretación de imágenes (Etxabe Urbieta y Aranguren Garayalde 2014c).

Es importante que el alumnado se pregunte las razones o el “porqué” de su justificación, a ser posible en diferentes contextos que sean científicos o cotidianos. Además es importante fomentar la lectura crítica de textos (Oliveras y Sanmartí 2009), la actitud crítica al elaborar los textos, y en definitiva, y combinarlo con otras competencias cognitivo-lingüísticas presentes en textos con diferentes patrones estructurales lingüísticos.

II.3.8.D.4. Argumentaciones

Consisten en elaborar textos con los que se pretende convencer a otras personas mostrando la idoneidad o validez de nuestro modelo teórico a través de la discusión, del razonamiento y del consenso, tanto en relación a observación experimental de hechos como de analogías, metáforas, definiciones y justificaciones. Combina el lenguaje racional con la retórica y con la discusión y utilización de modelos personales (Sarda, 2003).

II.3.8.D.4.1. Características de las argumentaciones

Se trata de una actividad social, intelectual y lingüística, útil para justificar o para refutar una opinión, y que consiste en elaborar afirmaciones para convencer al

receptor a través de su elección entre diferentes opiniones y explicaciones, y razonar su elección con los criterios que permiten evaluar dicha opción como la más adecuada.

No se trata de proponer teorías abstractas sintéticas, empaquetadas y concluidas ya que en esta situación directiva o autoritaria no se elaboran, no se discuten y no se justifican estas teorías mediante la elaboración social de argumentos persuasivos. Se necesitan planteamientos más dialógicos.

Su objetivo no es tanto defender y persuadir una opción determinada, sino tomar conciencia de las limitaciones del propio razonamiento y del interés, coherencia y adecuación de los argumentos proporcionados por otras personas. La elaboración de estos textos posee intencionalidad y una componente social, que permite complementar, matizar y enriquecer para reelaborar una ciencia más abstracta y compleja.

Las razones proporcionadas por los textos argumentativos pretenden lograr la adhesión a una postura determinada. De igual modo evalúa la aceptabilidad de los argumentos emitidos a partir de dos criterios: el grado de pertinencia de los argumentos y el grado de intensidad o potencia de dichos argumentos.

Se trata de una competencia cognitivo-lingüística compleja vinculada a otras competencias. Moviliza diferentes competencias cognitivas si bien valorar o evaluar puede ser una de las operaciones cognitivas principales con las que se encuentra relacionada.

A pesar de ello es importante que el profesorado, en lugar de transmitir, discuta con el alumnado las relaciones existentes entre los principales elementos del proceso de resolución de problemas (Etxabe Urbieta 2018b). Por ejemplo es importante realizarlo entre las hipótesis y/o evolución de los modelos y de las teorías, y los fenómenos y/o hechos observacionales experimentales.

Todo ello está ligado con enseñar a leer ciencias al alumnado, a discutir teorías que han sufrido algún tipo de rechazo o que han sido o que no han sido aceptadas en

determinados momentos históricos y sociales, a explicitar los criterios para adoptar decisiones lógicas y racionales, a fomentar intereses y emociones que motivan, a generar actitud crítica, creativa y divergente, y por supuesto, a comprender las razones por las cuales para un mismo fenómeno, unas teorías ofrecen una mejor interpretación que otras. Si a lo largo de la historia han evolucionado las ideas, también puede ocurrir lo mismo con sus ideas, y así además del aprendizaje de las características y procesos de ciencia, se aprenden a cuestionarse sus propias ideas sin menoscabo de su autoestima.

Al argumentar se pretenden justificar sus puntos de vista para convencer a alguien que no asume esta teoría. Implica enfrentarse a una duda real ligada a una situación problemática, para la cual no se tiene una respuesta definitiva. Supone formar ciudadanos críticos que dominan esta competencia cognitivo-lingüística, lo que supone que sean capaces de valorar argumentos desde diferentes perspectivas (sociales, científicas, provenientes de los medios de comunicación, de sus compañeros/as o de otras personas, así como desde las evidencias).

Gracias a todas estas actividades en las que el alumnado argumenta, se desarrollan competencias ligadas a la interpretación y a la toma de decisiones sobre lo que acontece en la realidad, mediante la elaboración significativa de los modelos científicos escolares. Se posibilita trabajar problemas abiertos ligados a la vida en el medio, a elaborar hipótesis que respondan a estos problemas, y lleva a trabajar con el alumnado a la construcción de respuestas significativas, a través de la construcción de nuevas afirmaciones y explicaciones en forma de argumentos. Se tratan en ellas sus ideas más simples y pensar sobre modelos científicos de mayor complejidad y de mayor abstracción.

Estas actividades se pueden realizar en las diferentes fases del ciclo del aprendizaje, si bien hay que aprender a cuestionar sus propios modelos y tener una mente abierta y divergente, para reconocer nuevas ideas a partir de la realización de actividades con el resto de compañeros/as. Permite formalizar, aplicar y autoevaluar sus aprendizajes, para evitar que afloren concepciones previas no verbalizadas por no haber desarrollado esta habilidad cognitivo-lingüística.

Se pueden emplear diferentes estrategias didácticas y metodológicas, y plantear preguntas generadoras que posibiliten la interpretación del conocimiento científico y del reconocimiento de la estructura argumentativa. Sanmartí (2002 y 2010) señala que estas preguntas deben estar ligadas a temas de actualidad presentes en los medios de comunicación que permiten analizar críticamente textos (identificar ideas principales, señalar la justificación y relacionarlo con otras ideas semejantes, analizar y justificar sus ventajas e inconvenientes, justificar nuevas ideas, analizar la conclusión, etc.), desarrollar opiniones fundamentadas y desarrollar las capacidades cognitivo-lingüísticas.

A pesar de su complejidad y falta de tradición de su utilización en el aula posee la capacidad de:

- Desarrollar y mediar en los procesos de aprendizaje significativo de los razonamientos, en ocasiones complejos, sistémicos, dinámicos y multicausales, habituales en la ciencia y en las actividades de justificación propias de la ciencia (razonamiento analógico, capacidad de síntesis, capacidad de realizar experiencias y de buscar evidencias, razonamiento multicausal y reversible, capacidad de generalizar, capacidad de estructurar la información, etc.)
- Reconocer que el conocimiento científico no se deduce únicamente de datos y hechos experimentales, sino que se trata de un proceso de evolución de los conocimientos teóricos.
- Interiorizar que el conocimiento científico es el resultado de un proceso social, en el que además intervienen intereses, creencias, emociones y valores.
- Fomentar el análisis crítico de fuentes diversas de información, trabajar con muchas variables, impulsar la interacción social para interrelacionar con ideas de otros compañeros/as y para valorar la complejidad de la realidad.
- Desarrollar la creatividad.

- Aplicar las normas de elaboración de textos argumentativos.
- Identificar la multiplicidad de variables existentes en la realidad para evolucionar sus conocimientos a modelos científicos más complejos.

II.3.8.D.4.2. Dificultades en la elaboración de argumentaciones

Por otra parte su aprendizaje y enseñanza presenta dificultades. Las más importantes son las siguientes:

- Emplean razones inconexas y no relacionadas de forma lógica con la afirmación inicial, y no establecen una línea argumentativa clara. Utilizan ideas científicas inadecuadas que no guardan relación, y que están formuladas en términos cotidianos y no en términos científicos.
- El alumnado tiende hacia la simplificación y superficialidad. No identifican variables interrelacionadas con el argumento.
- Suele haber dificultades en la construcción y en el uso de oraciones subordinadas al elaborar las relaciones lógico-argumentales. Se construyen con sus respectivos conectores. A veces confunden la causa con el efecto. Utilizan un pensamiento intuitivo lineal que implica un pensamiento atomizado, estático y mecanicista.
- Al escribir simplifican el lenguaje verbal ya que les cuesta distinguir significados cotidianos y científicos, no utilizan verbos adecuados y no usan adecuadamente las conexiones que explicitan las componentes argumentativas (Onrubia Goñi, 1993).

Otras dificultades pueden ser:

- Plantean las actividades para explicar hechos o fenómenos únicamente desde un marco de referencia (justificación y no argumentación).
- Las producciones del alumnado a veces son simplistas y poco coherentes con el conocimiento científico.

- No establecen las conclusiones, seleccionan incorrectamente las evidencias, no cuestionan las concepciones previas, dificultan la selección de informaciones relevantes, establecen inferencias no justificadas, afirman ideas sin ligarlo con el contexto teórico, etc.
- Utilizan excesivas tautologías.
- A veces, no diferencian hechos y teorías.
- No cuestionan la validez de argumentos (aceptabilidad, relevancia con el conocimiento científico y suficiencia)
- Presentan razones inconexas y no relacionadas de forma lógica con la afirmación inicial, y no establecen una línea argumentativa clara. Utilizan ideas científicas inadecuadas que no guardan relación, y se formulan en términos cotidianos y no en términos científicos.

II.3.8.D.4.3. Ejemplos de actividades para elaborar argumentaciones

Enseñar a argumentar al profesorado en formación supone un reto, ya que de por sí la actividad presenta dificultades intrínsecas.

Normalmente la no existencia de respuestas definidas, y las dudas que suelen surgir en los razonamientos del alumnado supone que, sobre el problema abierto planteado, deba disponerse de un modelo teórico de referencia, haya que razonar y justificar los argumentos, y que además, haya que pensar en el destinatario con la finalidad de convencer sobre una tesis determinada.

En consecuencia, a priori, aunque no resulte ni cómodo ni habitual se plantean diferentes actividades en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje. Entre otras estrategias metodológicas el análisis de artículos periodísticos de tipo argumentativo es útil para conocer propuestas ya elaboradas, es decir con razones ya propuestas. Se puede emplear este planteamiento directivo, pero también aunque resulte más complejo además se puede plantear un punto de vista más dialógico, esto es

solicitándole al alumnado que escriba una argumentación sobre una situación problemática dada.

La resolución de situaciones problemáticas que plantea el profesorado para promover la argumentación del alumnado, es una posibilidad viable para ser utilizada en el aula. Pueden ser problemas actuales, pasados o históricos, si bien los problemas actuales pueden ser los más interesantes.

Se pueden plantear juegos de rol o debates, pero el empleo de bases de orientación como guía puede resultar útil para escribir textos argumentativos. Emplear juegos de rol le confiere carácter dinámico e implicación al alumnado. Sarda y Sanmartí (2000) y Sarda (2003) desarrolla ejemplos en el que subraya la importancia de convencer al resto de compañeros/as, de organizar en pequeño grupo la argumentación, de elaborar una base de orientación en gran grupo y de elaborar individualmente textos argumentativos escritos cuya calidad debe evaluarse en el aula. Esta autora igualmente señala que la diversidad del alumnado implica que las dificultades y errores se deben regular a lo largo de todo el proceso, ya que argumentar es un proceso complejo.

En consecuencia es importante elaborar y consensuar en el aula textos de autoevaluación. Estos textos pueden plantearse en diferentes contextos y para ser leídos y analizados, pueden estar dirigidos a diferentes destinatarios como por ejemplo al profesorado, al resto del alumnado o a otras personas de fuera del aula. Además la elaboración de estos textos puede estar ligada:

- A actividades fuera del aula.
- A la realización trabajos prácticos (analizando resultados experimentales obtenidos o suministrados para analizarlos críticamente y para reconocer diferentes interpretaciones).
- Al planteamiento de situaciones problemáticas abiertas.
- A la utilización de textos históricos que reflejen los diferentes argumentos personas del ámbito de la ciencia en diferentes marcos históricos (diferentes comunidades científicas, otros conocimientos y diversidad de experimentos

y de observación de hechos, diferentes objetivos, análisis de justificaciones, elaboración y comparación de argumentos).

- A la integración de las TICs.
- Además ligar con problemas basados con la interpretación de imágenes (Etxabe Urbieta y Aranguren Garayalde 2014c).

Es posible que el método de debates constituya una buena ocasión para que el alumnado aprenda a argumentar diferentes puntos de vista y realizar análisis críticos. Es importante que el alumnado argumente desde diferentes puntos de vista y elabore argumentos realizados por o dirigidos a diferentes personas. Supone adoptar diferentes roles y ello permite comparar los argumentos desde diferentes puntos de vista, lo que permite analizar la diversidad de argumentos basados en diferentes tipos de conocimientos científicos disciplinares. Estos puntos de vista se plantean en diferentes contextos (tanto científicos como cotidianos) y están ligados con la lectura crítica de textos, a la actitud crítica al elaborar textos argumentativos, y en definitiva, a la combinación con otras competencias cognitivo-lingüísticas presentes en textos con diferentes patrones estructurales lingüísticos.

II.3.8.D.5. Imágenes, gráficas, mapas, tablas, y otros tipos de representaciones gráficas

Expresan el significado de forma visual para que el alumnado elabore textos a partir de dichas formas visuales. De igual modo a partir de textos se pueden elaborar representaciones gráficas. Es decir están ligados a las competencias cognitivas, y habida cuenta de que forman parte de sistemas de comunicación, es decir es un lenguaje (visual) que expresa ideas científicas, se van a considerar como una competencia cognitivo-lingüística muy específica.

Ayuda a la inteligibilidad o “visualización intelectual” de las ideas, de modo que ello permite al alumnado imaginarse aquello que es difícil expresar con las palabras, tanto entidades perceptibles que se observan como entidades abstractas que expresan modelos, o aquellas entidades reales cuya perceptibilidad a través de nuestros sentidos es imposible a causa de los límites de nuestros órganos sensoriales.

Normalmente el profesorado utiliza los textos para expresar los conocimientos, y al evaluar además suele solicitar y centrarse mayoritariamente en la calidad de los textos elaborados por el alumnado.

II.3.8.D.5.1. Características de las imágenes, gráficas, mapas, tablas, y otros tipos de representaciones gráficas

Las imágenes son esenciales en la ciencia, ya que permiten representar entidades que no se pueden imaginar o que no se pueden observar, o entidades abstractas que sólo poseen existencia en nuestras mentes. Además permiten imaginar las características de objetos o procesos muy lejanos, muy lentos o muy rápidos, sistemas muy complejos y diversos en los que existen multitud de interacciones que pueden ocurrir de forma síncrona y asíncrona, o que ocurrieron en el pasado o que podrán ocurrir en un futuro. Es decir la realidad y el mundo de las teorías presenta una gran complejidad, imposible de representar y de aprender de forma sencilla a través de textos. Por tanto se pueden referir a constituyentes de seres vivos, a sus interacciones o a construcciones materiales o intelectuales de las personas.

La función más importante no es la decorativa, sino que fomentan el aprendizaje significativo. Ayudan a comprender la estructura y el funcionamiento del medio ya que representan lo que no es evidente, es decir la complejidad de los sistemas del universo.

Para que posibiliten la reconstrucción cognitiva de los contenidos, el alumnado debe interpretar y extraer de las imágenes el máximo significado posible, y representarlo en forma textual. Estas imágenes mejoran la comunicación y facilitan la labor del profesorado. Economizan el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se emplean imágenes (fotografías y dibujos), presentes en el aula, en los libros de texto o en internet, se pueden estructurar contenidos como tablas, esquemas o estructuras conceptuales, pueden ser representaciones gráficas matemáticas, en las que se muestra la relación entre las variables dependientes e independientes,

representan el espacio o el tiempo (mapas actuales y pasados) o se emplean animaciones (imágenes dinámicas).

Las imágenes son escenarios que apoyan el lenguaje verbal y escrito, y las emociones y los gestos. Permiten comunicar las ideas ya que el lenguaje visual impone menos restricciones que el lenguaje textual, y posibilita conocer las ideas que poseen las personas que las utilizan, es decir el profesorado expresa ideas científicas escolares mientras que el alumnado puede comunicar sus concepciones sobre el mundo.

Las representaciones que se plantean alumnado pueden ser narrativas o conceptuales:

- Las representaciones narrativas son aquellas que explican acontecimientos, procesos o historias. Representan formas o acciones que ocurren a lo largo del tiempo. Se emplean símbolos, números y otros códigos para identificar las características del proceso involucrado. Además estas representaciones simbólicas son multisénticas, ya que pueden emplearse en diferentes patrones temáticos (Física, Química, Biología, Geología o Tecnología).
- Por otra parte las representaciones conceptuales son aquellas que muestran relaciones permanentes entre los objetos. Pueden ser de clasificación o analíticas. Si los objetos se agrupan según su clase, tipo o medida en disposiciones simétricas son de clasificación. Su ventaja es enorme ya que permite comparar y contrastar, lo cual genera aprendizaje significativo conceptual. Expresan relaciones jerárquicas lo que es reflejo de la complejidad y carácter dinámico del medio.

Por otra parte si los elementos permiten mostrar relaciones para conformar un todo, estamos ante las representaciones conceptuales analíticas. Nos ofrecen una visión conjunta del todo así como los elementos constituyentes cuyas etiquetas permiten identificar las características esenciales del concepto.

La comunicación visual está ligada a los objetivos que se pretenden lograr, al patrón temático, a la metodología que se desea emplear y al resto de componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje formal, no formal e informal.

Del mismo modo está ligado con otras competencias cognitivo-lingüísticas. Por ejemplo la descripción además nos proporciona sentido a los hechos que nos rodean, es decir los dibujos constituyen excelentes descripciones que pondrán de relieve la relevancia que tiene para la ciencia el hecho, el acontecimiento o el instrumento que representan de la forma más rigurosa, precisa y objetiva el sistema representado. El enfoque puede ser directivo si lo emplea el profesorado o puede ser dialógico si le pedimos al alumnado a que realice los dibujos. Si representamos un modelo o una teoría sobre la realidad estaremos relacionándolo con las explicaciones (aplicación del dibujo a una teoría) o si los estamos empleando para representar procesos es posible que esté ligado con la justificación de dichos procesos. Además las imágenes pueden ser individuales o formar un conjunto.

Las imágenes también están ligadas con las estrategias metodológicas. Se emplean para interpretar sistemas vivos inertes (método de interpretación) o pueden combinarse con cualquier otra estrategia. Igualmente los dibujos se pueden realizar de forma tradicional, o bien se pueden realizar empleando aplicaciones o recursos presentes en las TICs (Etxabe Urbieto y Aranguren Garayalde 2014c).

Sobre un dibujo elaborado por el alumnado o ya elaborado (Harlen, 1999), conviene consensuar con el alumnado los objetivos del dibujo (si se pretendía describir, mostrar emociones, señalar hechos o datos o establecer emociones), sobre las formas que aparecen en los dibujos (ligado al detalle o precisión con la que se muestran las características de los objetos), sobre los recursos empleados en el dibujo (tamaño, color y otras características) y los estereotipos o concepciones previas del autor/a o alumnado que pueden influir en el sesgo o parcialidad de los elementos presentes en el dibujo.

II.3.8.D.5.2. Dificultades al comunicarse con imágenes, gráficas, mapas, tablas, y otros tipos de representaciones gráficas

El uso del lenguaje, entre otras, presenta las siguientes dificultades:

- Dificultades a la hora de expresarse a través de imágenes. Se trata del desconocimiento de las pautas y de las reglas de elaboración de dibujos, sentido del ridículo, escasa valoración de los dibujos, etc. Evitan dibujar, lo hacen rápido y mal y no aprovechan su riqueza comunicativa. La superación de esta dificultad exige el aprendizaje de pautas y reglas que permiten mejorar la observación y el análisis de las características de los objetos.
- A veces las imágenes no son objetivas, y manifiestan las concepciones alternativas y estereotipos que les confieren subjetividad. Por ejemplo el alumnado dibuja lo que piensa o lo que observa en los comics de forma acrítica.
- Existe tendencia a copiar, lo que implica que el aprendizaje no es significativo. El objetivo no es que sea un dibujo artístico sino que debe dar lugar al aprendizaje significativo de conceptos científicos.
- Es muy importante que el futuro profesorado estructure las representaciones visuales más importantes de los libros de texto y que identifique los problemas y errores que puede construir el alumnado.
- Es importante que las imágenes fomenten el aprendizaje cooperativo. El profesorado en formación debe ser consciente de esta circunstancia, ya que la tradición y la inercia nos puede llevar a un proceso de aprendizaje y enseñanza individualista y basada en la transmisión.
- Las imágenes deben elaborarse según la escala en la que el alumnado debe aproximarse, para mirar y para ver las características de los elementos objeto de aprendizaje. Esta escala de observación de los objetos, en la que sus detalles y sus diferencias representan sus características, es la propiedad esencial de un buen dibujo. Así nos conduce a una buena observación de la

realidad, a diferenciar las características esenciales de los elementos principales y accesorios de los objetos presentes, y centra el dibujo en el marco teórico que pretendemos que aprendan. Bordes, siluetas, estructura principal que abarca el dibujo, los extremos iniciales y finales, la perspectiva, si son varios los dibujos, sus diferencias o su evolución temporal u otras características son las características básicas de todo dibujo.

- Otra dificultad para las futuras/os docentes consiste en que todo el alumnado ante el mismo objeto no realiza el mismo dibujo. Para ello es conveniente enseñar a observar, a elaborar, y consensuar bases de orientación (identificación de las características esenciales de los elementos), y proponer actividades de autoevaluación y coevaluación, para que el alumnado se autorregule, se conciencie de los errores cometidos y corrija los dibujos realizados o realice un segundo dibujo. Esta dificultad a la que se enfrenta el profesorado constituye un reto y una oportunidad para lograr un buen aprendizaje, es decir para identificar los criterios de los objetos y para darse cuenta de la importancia de realizar buenos dibujos. Además se puede complementar con la elaboración de claves dicotómicas o presentaciones.

Enseñar utilizando dibujos o enseñar a dibujar supone, para el profesorado en formación, un reto que a veces no es percibido como tal. No se dan cuenta de sus virtualidades, importancia o de sus dificultades intrínsecas. Se trata de recursos muy agradecidos que facilitan la labor docente y el aprendizaje, pero es importante plantear de forma óptima a través de buenos planteamientos didácticos, y a partir de la utilización de buenos dibujos. Además de trata de una actividad habitual en la ciencia ya que las expresiones, sean dibujos o representaciones gráficas, representan los objetos y los fenómenos que nos rodean. Son complementarios a los textos e imprescindibles en el aprendizaje de las ciencias.

II.3.8.D.5.3. Ejemplos de actividades con imágenes, gráficas, mapas, tablas, y otros tipos de representaciones gráficas

- Una actividad puede ser la interpretación de las características de los objetos que se quieren representar. Están ligados, entre otras, a las competencias cognitivas identificación y clasificación. Se relacionan con la escala del objeto y ayudan a identificar lo esencial que define un objeto del medio. Describen y definen los bordes o siluetas, así como la estructura básica o la relación con otras partes u objetos. Normalmente son bidimensionales y, según sea un objeto o un fenómeno, sus características pueden ser estáticas o variables. Se usan generalmente en actividades descriptivas. Es muy usual al emplear con el método de interpretación o con el método de utilización de la información (Pro Bueno, de Pro Chereguini, Rodríguez Moreno, 2018).
- Igualmente se interpretan las características de un fenómeno a través de un modelo explicativo. Están ligados, entre otras, a la competencia cognitiva formalización (construcción de un modelo formal explicativo) y a la emisión de hipótesis, ya que puede representar un pensamiento o un razonamiento inicial construido por el alumnado (modelos expresivos incipientes). Además pueden mostrar la evolución del patrón temático conforme se emplea este patrón estructural o en combinación con otros patrones estructurales. Este patrón estructural se caracteriza por emplear símbolos, ya que el fenómeno y la representación pertenecen a diferentes escalas (de macroscópico a microscópico, pasando por escalas intermedias o mesoescalas, o al representar de forma sintética fenómenos de gran tamaño).

Esta tipología de dibujos es una herramienta muy utilizada que muestra el cambio en las ideas, es decir la evolución de modelos expresivos a modelos más explicativos. Son habituales al representar entidades abstractas no perceptibles, que nos muestra la diversidad y complejidad de sistemas dinámicos. Se pretende que el alumnado emplee sus “gafas” mentales (su visión) para expresar interacciones y cambios en Física, Química (Etxabe Urbietta 2019d), Biología y Geología. Su

pertinencia, precisión, volumen y completitud son claves en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Etxabe Urbieta y Aranguren Garayalde 2014c).

Se pueden emplear mediante diferentes estrategias metodológicas como el método expositivo, el método de interpretación, el método de utilización de la información o el método histórico.

Esta formalización puede producirse de forma directiva o dialógica, y además puede darse de forma individual o grupal.

- Se emplean en actividades para analizar las características de un modelo abstracto. Se formaliza la realidad o el alumnado expresa su modelo, lo que supone que en actividades dialógicas se aproveche la coevaluación para aprender de la riqueza de modelos cognitivos. Puede emplearse con preguntas, problemas, juegos, informaciones, debates u otros métodos, y solicitar, entre otras, justificaciones, argumentaciones, explicaciones o síntesis.

Análogamente a las actividades anteriores se puede emplear en diferentes fases del aprendizaje para buscar la autoevaluación inicial, el cambio en las ideas, las ideas formalizadas o la evaluación.

- También se emplean para interpretar el significado de símbolos propios del lenguaje científico simbólico no figurativo. Se emplean representaciones vectoriales en diagramas, dibujos esquemáticos, representaciones poligonales, y con flechas o símbolos que les confieren carácter dinámico.

Se usan de igual modo para sintetizar y/o explicar, y para expresar de forma rigurosa los modelos aceptados por la comunidad científica.

Otro uso es para formalizar a través de exposiciones, problemas, interpretación de imágenes o debates para mostrar la evolución de representaciones figurativas a simbólicas.

II.3.8.D.6. Definiciones

Se trata de una situación comunicativa en la que el alumnado elabora textos para explicar de forma sintética, las características principales y el significado de términos (conceptos) desconocidos, a través de la relación con otros términos conocidos. Según la amplitud de su significado, estas relaciones suelen ser jerárquicas e implican categorías entre los conceptos.

Su significado se abstrae mediante la relación de características necesarias y suficientes, y a través de las semejanzas y diferencias con otros conceptos.

Se presentan al alumnado o este elabora enunciados sintéticos que establecen relaciones entre hechos y conocimientos teóricos. Pueden proponerse antes del desarrollo de las ideas o de ejemplos, o puede ser posterior.

II.3.8.D.6.1. Características de las definiciones

Son enunciados breves, cada uno está ligado a su patrón temático y su carácter es académico. Su objetivo es unir las informaciones básicas obtenidas a través de la transposición didáctica, para elaborar el significado básico de un concepto.

Poseen cierto carácter abstracto y sintético, y su aprendizaje exige la necesaria capacidad de abstracción del alumnado para evolucionar sus conocimientos, y formalizar los conocimientos del alumnado, tanto si es de forma directiva o dialógica.

Se obtienen textos breves en los que se señalan conocimientos principales sobre las cualidades, propiedades, fenómenos o características de un concepto o término.

En ocasiones estos significados los posee el alumnado, y suelen ser sus ideas previas al desarrollo de actividades sobre las nuevas ideas en el aula. Pueden generarse conflictos cognitivos, ya que estas interpretaciones sobre hechos y acontecimientos suele poseer una naturaleza mucho más concreta que la que posee el conocimiento científico, cuyo carácter es mucho más abstracto.

Las definiciones son construcciones humanas, es decir no son parte de la realidad, sino que son ideas que se representan a través de conceptos, y estos forman parte de modelos y teorías que permiten comprender y explicar la realidad. El alumnado debe recibir (directivo o autoritario) o debe elaborar una síntesis sobre un concepto, e integrar en él su significado, ligarlo con otros conceptos con la finalidad de comprender ideas teóricas fenómenos, hechos, actitudes, y construir modelos y teorías sobre los sistemas que encontramos en el medio. Estos saberes académicos se transponen desde el saber sabio, de forma holística, y su reconstrucción debe permitir establecer la relación entre la realidad y el conocimiento teórico. La finalidad es aprender, entendido éste como un proceso de autorregulación del propio conocimiento y del saber académico científico.

Definir es sintetizar la información mediante unidades lingüísticas con las que se elabora el significado de los conceptos, cuya estructura consta de características imprescindibles y necesarias para establecer su significado.

El saber sabio, del mismo modo, consta de unidades lingüísticas con significado propio. Estas se seleccionan, se combinan con los patrones estructurales, con ejemplos, con estrategias metodológicas y didácticas para elaborar actividades que se amoldan a las características del alumnado destinatario. Se plantean desde una perspectiva directiva o desde un punto de vista dialógico, en el que se puede solicitar al alumnado ordenar y elegir las características y semejanzas principales de un concepto, a partir de sus conocimientos o de los que dispone. Se trata de un ejercicio cognitivo estructural complejo y exigente, que se debe combinar con sus conocimientos temáticos y deben tener referencias con el medio físico y natural.

La estructura consta de un texto afirmativo, explicativo y descriptivo breve, que normalmente está constituida de un párrafo, que nos muestra la síntesis del patrón temático correspondiente al término, cuyo significado se desarrolla en anteriores o posteriores actividades. Se establecen relaciones entre los significados del concepto que se define y entre otros conceptos ya conocidos. Se introducen conectores enunciativos explicativos, normalmente en presente del indicativo y en tercera persona, en la que se denota cierta jerarquía en las relaciones que se ordenan, y que

expresan sus significados. El razonamiento es afirmativo, de tipo descriptivo-explicativo, en el que no hay ni dudas ni incertidumbres. Se acompaña de una tipografía especial que diferencia del resto de los textos, y para proporcionar toda la información relevante puede resumir las ideas a modo de presentación o a modo de conclusión.

La perspectiva dialógica es más enriquecedora ya que el alumnado organiza el significado, establece las relaciones y construye el significado científico escolar. Lo importante no es que recupere sus conocimientos de su memoria, sino generar interacción en su mente y establecer relaciones dialécticas entre estos conocimientos. Emplearlo para detectar conocimientos previos no es lo más apropiado, ya que poseen cierto carácter abstracto y complejo. Se puede emplear a modo de síntesis una vez que se estructuran las nuevas ideas, y se desean reunir los conocimientos necesarios y suficientes en un texto breve afirmativo. Este conocimiento armónico y coherente, que es respuesta a un problema de tipo epistemológico, refleja semejanzas y diferencias a través de los cuales formalizamos, comparamos y relacionamos hechos.

Una definición debe hacer pensar al alumnado, y debe constituir una actividad persuasiva, ya que su realización implica expresar de modo sintético y breve significado pertinente, suficiente, coherente, armónico y preciso.

II.3.8.D.6.2. Dificultades en la elaboración de definiciones

El aprendizaje y enseñanza de esta competencia cognitivo-lingüística se manifiesta en que al elaborar las definiciones:

- No son capaces o presentan dificultades al establecer las relaciones jerárquicas que existen con otros conceptos. Pueden desconocer algunas relaciones con los conceptos con significados más amplios con los que está ligado. Muchas veces las definiciones que propone el alumnado son tautológicas o confunden los significados de los conceptos.

- No saben seleccionar las características necesarias y suficientes para definir el concepto, y no saben identificar las características propias del concepto que están definiendo, y elaboran la definición con enunciados excesivamente genéricos.
- Se fijan sólo en lo que ven, en lo que les llama la atención, o en lo que cambia, y con ello elaboran la definición. Señalan, en muchos casos, sólo características observables del concepto que definen. Por el contrario si la definición implica emplear características no observables o no fácilmente observables, no comprenden o tienen muchas dificultades para construir una buena definición.
- No emplean buenos métodos de aprendizaje, no consideran útil su aprendizaje o no presentan interés por aprender una definición. En estos casos no es sencillo que se produzca un aprendizaje significativo.
- Usan un lenguaje muy simple y limitado, que da lugar a la polisemia. En muchas ocasiones emplean conceptos de forma indiferenciada, lo que genera definiciones poco precisas.
- No comparan una definición con sus concepciones previas o con otros nuevos conocimientos, lo que origina que no se produzca evolución en sus ideas.
- En otras ocasiones la definición no se usa en otras actividades anteriores o posteriores, lo que da lugar a no aplicar o no realizar aprendizajes significativos.

Por tanto para conocer una definición hay que identificar las características del modelo en el que tiene sentido. En consecuencia definir debe realizarse con posterioridad a la realización de otras actividades, de lo contrario puede reducir significatividad.

Se utilizan diferentes estrategias didácticas y se plantean diferentes actividades en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje, entre otras plantear situaciones que

exijan realizar una definición (situación problemática que exija escribir una definición), o la lectura o escucha atenta de una definición, actividades para identificar el marco teórico con significado más amplio en el que tiene sentido (del que es un subconjunto), relacionar con otros conceptos del mismo nivel semántico, identificar las semejanzas con otros fenómenos, objetos o modelos, señalar características, diferenciar los aspectos que son esenciales de los que no lo son, proponer ejemplos o conceptos más específicos, señalar excepciones o casos que no corresponden identificando las razones, comparar conceptos, utilizar la información de medios de comunicación o de internet (TICs) para elaborar una definición o para recibirla, etc.

II.3.8.D.6.3. Ejemplos de actividades para elaborar definiciones

Se trata de una tarea compleja y de gran dificultad para el alumnado. Así buenas herramientas para definir un concepto son, entre otros, bases de orientación consensuadas con el alumnado, preguntas de generalización, elaboración de mapas conceptuales, juegos de rol o relatos de ficción.

Las actividades dialógicas en las que se deben elaborar definiciones no son las más adecuadas para las primeras fases, si bien en estas se pueden plantear otras actividades como la elaboración de definiciones más hipotéticas. Sin embargo pueden ser más apropiadas en la fase de formalización y aplicación en las que se puede solicitar al alumnado definiciones dialógicas de calidad (más pertinentes y completas) y de mayor perfección, es decir más explicativos y menos hipotéticos.

Siempre debe tenerse presente que una definición puede obedecer a un problema epistemológico (Bachelard, 1938), y podemos pensar que actividades directivas deben combinarse con competencias cognitivas como análisis, comparación o elaboración (actividades de identificación de conceptos y de reescritura de definiciones, comparación entre ideas, ordenación de ideas según la importancia o según su nivel de generalidad o concreción o elaboración de esquemas, mapas conceptuales).

II.3.8.D.7. Datos y hechos

Finalmente en muchas actividades se solicita al alumnado datos, hechos concisos y precisos que ocurren en un espacio y tiempo. No constituyen verdaderas definiciones y tampoco son explicaciones, justificaciones, imágenes, definiciones o argumentaciones.

II.3.8.D.7.1. Características de los datos y hechos

Se trata de actividades lingüísticas pero su carácter cognitivo puede ser reducida o muy reducida. Sin embargo se plantean en diferentes contextos, son informaciones o datos relevantes si se relacionan con conceptos o teorías de forma significativa, están ligados con análisis o valoraciones y ayudan a dar sentido a las actividades científicas.

Aunque son sintéticos o esquemáticos, no constituyen definiciones u otras competencias cognitivo-lingüísticas por que en sí no poseen ningún tipo de significado propio.

II.3.8.D.7.2. Dificultades en actividades con los datos y hechos

La dificultad estriba en su utilización en actividades en las que se fomenta el aprendizaje significativo ya que su estructura está cercana al fomento del aprendizaje memorístico.

II.3.8.D.7.3. Ejemplos de actividades con los datos y hechos

Se plantean en actividades, desde preguntas que exigen como respuesta un dato o una información, un problema o un trabajo práctico que necesita de datos o la misma solución que es un dato, un dato histórico, un juego en el que haya que utilizar datos o hechos, buscar datos empleando las TICs, imágenes que al interpretar necesitamos datos o datos que aparecen en relatos de ficción.

No resulta sencillo encuadrar las actividades en estas competencias cognitivo-lingüísticas pero en líneas generales se puede establecer cuál es la competencia que

predomina. Se pueden combinar estos patrones y se pueden establecer más actividades pero consideramos que estas son las básicas.

II.4. Tipos de ciencia y personas que han hecho y hacen ciencia

Las personas que estudian y analizan la Filosofía de la Ciencia, la Historia de la ciencia, la Sociología de la Ciencia, la Psicología Cognitiva entre otras disciplinas, plantean preguntas y proponen propuestas sobre cómo se hace ciencia o cómo sabemos si el conocimiento es o no es científico.

Estas ideas son importantes para el profesorado, ya que la ciencia que enseñamos y se aprende en las aulas, tiene relación con la historia de la ciencia y con el tipo de ciencia que, además de modo implícito y, en ocasiones involuntario, enseñamos, y que el alumnado aprende a partir de sus ideas.

Se han realizado muchas investigaciones sobre las concepciones del profesorado en formación, y se han estudiado sus concepciones sobre la ciencia (Hewson y Hewson, 1983, Tobin y Espinet, 1989, Furió y Gil, 1989, Cronin–Jones, 1991, Briscoe y Peters, 1993, Gunstone, Baird y Northfield, 1993, Gil y de Guzmán, 1993 y Mellado y Carracedo, 1993 y Mellado, 1996) y sobre el papel de las personas que hacen ciencia (Álvarez Lires, Nuño Angós, Solsona Pairó, 2003, Etxabe Urbietta, 2008h). El alumnado de Grado, en muchas ocasiones, no cuestiona sus ideas, muchas veces simples y superficiales sobre la ciencia, y sobre las personas que han hecho y hacen ciencia.

Por una parte el profesorado posee sus conocimientos sobre la ciencia. Son conocimientos implícitos, y en muchas ocasiones no se les ofrece la debida importancia. No se toma conciencia del tipo de ciencia que se enseña en las aulas, y en muchas ocasiones tampoco se tienen en cuenta los modelos de personas que se han dedicado a la ciencia, y que se emplean en las actividades de aula.

Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz y Praia (2002) señalan que, en ocasiones, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias apenas proporciona posibilidad al alumnado para familiarizarse con las estrategias propias del trabajo científico. La

consecuencia es la existencia de visiones deformadas acerca del trabajo científico. Asimismo señalan que, además, existen obstáculos para mejorar este proceso de enseñanza y aprendizaje. Señalan visiones empírico-inductivo, sin fundamentación teórica, rígida (algorítmica, exacta, infalible..., aporética y ahistórica, ergo dogmática y cerrada), exclusivamente analítica, acumulativa, de crecimiento lineal, individualista y elitista, y socialmente descontextualizada.

Estas visiones subrayan la ausencia de reflexión crítica, y una educación científica que refleja una visión no actual de la filosofía y sociología de la ciencia en las aulas. Es importante el análisis de estos procesos desde la perspectiva de la formación inicial del profesorado de las ciencias.

Martín Fernández y Vallés Rapp (2015) señalan que el alumnado de grado presenta una gran dispersión de ideas sobre la ciencia, y que un cambio metodológico más reflexivo permite obtener un mejor resultado.

Sanmartí (2002) señala que en las propuestas para enseñar ciencias se aplican metodologías sin poner en cuestión lo que pensamos sobre la ciencia y las personas que han hecho y hacen ciencia. Así señala que sus ideas evolucionan desde la superficialidad, e indica que innovar supone revisar las ideas del alumnado: ausencia de problematización, androcentrismo, exactitud, verdad e infalibilidad, la experimentación y la recogida de datos objetivos como punto de partida, y la ciencia como conocimiento superior.

Estas ideas están muy arraigadas y constituyen verdaderos obstáculos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Duschl (1995) analiza las distintas concepciones sobre la ciencia y diferencia tres aspectos: la ciencia tradicional, la nueva filosofía de la ciencia y el enfoque cognitivo de la nueva filosofía de la ciencia. Estas visiones no suelen estar presentes de este modo en las actividades escolares. Habitualmente la experiencia de las aulas señala que los planteamientos de la ciencia escolar del alumnado de grado suelen estar basadas en la observación (enfoque inductivo), se priorizan sólo los contenidos transmitidos (enfoque deductivo) y plantea situaciones para que el alumnado

proponga sus puntos de vista (Izquierdo y Aliberas, 2004). El alumnado de grado, y en ocasiones el profesorado de la enseñanza obligatoria no conoce Popper, Lakatos, Kuhn, Toulmin, Giere o Feyerabend, tampoco suelen citar excesivos nombres de mujeres científicas, y desconocen los problemas que han dado lugar a la elaboración de teorías científicas.

Debemos tener presente que para enseñar y aprender ciencia, se necesita mucho más que enseñar hechos, conceptos o teorías. Se presta muy poca atención además a la dinámica de los procesos que se han seguido en su elaboración. El alumnado de grado proviene de una enseñanza y un aprendizaje que, o bien no ha prestado excesiva atención a estos aspectos, o bien han presentado una gran resistencia a modificar las ideas. Muchas veces no están acostumbrados a crear ciencia, a escribir ciencia, a argumentar y a realizar otras actividades científicas. El modo de enseñar influye en sus aprendizajes. Por otra parte el alumnado tiende a simplificar, y no considera la complejidad de la actividad científica. Planificar la formación del profesorado para interiorizar y aplicar nuevas ideas sobre la ciencia, supone un enorme esfuerzo cognitivo, ya que, además de ser modelos de cierta complejidad, el alumnado tiende hacia una ciencia “simplificada”.

Además cabe señalar los enfoques integradores de ciencia, tecnología, sociedad, y de otras materias como la educación para la sostenibilidad (Ziman 1985, Acevedo, 1996, Etxabe Urbieta 2001b, Etxabe Urbieta 2005a, Ríos y Solbes 2007, Etxabe Urbieta 2019d, Vilches, A. 2021), para avanzar hacia un mundo más justo e igualitario.

II.5 Métodos de enseñanza y aprendizaje

Para lograr el aprendizaje de las ciencias, el profesorado puede diseñar muchos tipos de actividades, y utilizar en ellos muchos recursos e instrumentos didácticos, tanto personales como materiales o tecnológicos.

Esta variedad de métodos de aprendizaje y de enseñanza supone desde la perspectiva del alumnado, entre otros aspectos:

- Incrementar la motivación del alumnado.
- Tener en cuenta las características del alumnado, y plantear actividades diversificadas.
- Responder a los intereses, actitudes y capacidades del alumnado.

Desde la perspectiva del profesorado implica investigar sobre los resultados del aula, actitud creativa, innovadora, constante y continua hacia cada persona que aprende en el aula.

Para ello se emplean métodos, y en cada uno de ellos se pueden emplear multitud de recursos didácticos para ayudar al proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales.

Son conocidas las investigaciones de Márquez y Roca (2006) y Roca, Márquez y Sanmartí (2013) sobre los tipos de preguntas que podemos plantear en el aula, tanto el profesorado como el alumnado. Asimismo, las novelas y los relatos de ficción son una buena oportunidad para aprender y enseñar (Márquez y Custodio, 2020, Espinet, 1995 y Orellana y Espinet, 2009). La resolución de problemas es un área que ha resultado muy fructífera para promover el aprendizaje de las ciencias (Gil Pérez, Dumas-Carré, Caillot, Martínez Torregrosa y Ramírez, 1988). Los problemas se pueden combinar con un gran número de recursos y de métodos, a la hora de plantear actividades abiertas y creativas. Por ejemplo los problemas están ligados con los trabajos prácticos (Barberá y Valdés, 1996 y Etxabe, 2001a). La revista *alambique* publicó un monográfico (número 39) en 2004, dedicado a los trabajos prácticos, lo que significa la importancia de este método de aprendizaje y enseñanza. Otros métodos de enseñanza se encuentran desarrollados en multitud de manuales docentes como Lillo y Redonet (1985), Sanmartí (2002) o Etxabe Urbieto (2006b, 2008g, 2012 a y 2017c).

II.6 Perspectiva dialógica y autoritario-directiva

El aprendizaje posee una parte importante dialógica ya que participan en muchos casos diferentes personas, con sus conocimientos, las interacciones entre dichas personas, la cooperación, la discusión, la toma de decisiones y el diálogo (Racionero y Padrós, 2010).

Por otra parte (Aubert, Flecha, García, Flecha y Racionero 2010, p. 80) señala que es dialógico el aprendizaje, en el que existen interacciones para crear significados, la comprensión guía la creación de ideas y de significados, sobre el medio físico, natural y sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje que tiene lugar en las escuelas. Estos diálogos (Valls, 2000, p.115) se deben analizar y evaluar, y todo ello debe ser en igualdad”

El planteamiento autoritario o directivo proporciona al alumnado el conocimiento ya elaborado.

Sin embargo en las actividades dialógicas se problematiza la construcción del conocimiento científico. En estas propuestas es el alumnado quien elabora el conocimiento científico a través del diálogo. Las actividades dialógicas hilvanan un conjunto de actividades en las que el alumnado construye el conocimiento. El aprendizaje se produce a través del diálogo que se produce en el aula, así comparten sus diferentes formas de realizar las actividades, razonando en base a conocimientos científicos (Rendón, 1999).

El conocimiento se elabora como resultado del diálogo en el aula, suponiendo que todas las personas desarrollamos habilidades cognitivas, y las diferencias individuales o culturales proporcionan oportunidades para aprender ciencias experimentales (Díez-Palomar, García Wehrle, Molina Roldán, Rué Rosell, 2010). Para ello en el aula se emplean diferentes estrategias científicas para transitar por un proceso de construcción en la que el alumnado responde a lo que se plantea y se producen interacciones en el aula, que favorecen la elaboración dialógica del conocimiento.

Ametller (2011) señala que la educación dialógica, subraya al alumnado como si mismo y como miembro de la sociedad. Se inspira en teorías socioculturales y se expresa en la necesidad de un aprendizaje activo y participativo. Señala que Wells (2004) recalca las aportaciones del alumnado en un proceso de enseñanza y aprendizaje alrededor del diálogo. El alumnado se hace copartícipe de los objetivos, y ello entrelaza el aprendizaje de las ciencias con el desarrollo del lenguaje científico (Lemke, 1997).

Presenta la actividad “el gran circuito” diseñado en la Universidad de Leeds, para involucrar al alumnado en una discusión interactiva dialógica sobre el modelo de corriente eléctrica. En esta actividad es importante abrir el discurso solicitando respuestas al alumnado, y que el alumnado solicite que expliquen su predicción.

Mortimer y Scott, (2003), describen el desarrollo del discurso en el aula respecto a quienes participan (interactivo o no interactivo) y la perspectiva del discurso (dialógica o directivo-autoritaria).

Finalmente señalar que cada métodos de enseñanza se pueden emplear en el aula de forma dialógica o de forma autoritaria.

TESIS DOCTORAL
Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas
Relativas a la Enseñanza de las Ciencias
en el Grado en Educación Primaria

CAPÍTULO

III

Metodología y Datos de la Investigación

CAPITULO III. METODOLOGÍA Y DATOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tras discutir el marco teórico básico de referencia, en este tercer capítulo se presenta la metodología de investigación.

En el primer apartado de este capítulo se plantean las preguntas y los objetivos a lograr en esta investigación

III.1. Preguntas y objetivos de investigación

El modelo teórico fundamenta la tomar las decisiones que sustentan la investigación. Los tres pilares son de una parte la formación inicial del profesorado de Educación Primaria, de otra el modelo socioconstructivista, y finalmente las características de las actividades diseñadas.

En base al modelo constructivista el alumnado del grado en Educación Primaria diseña las actividades siguiendo los ciclos de aprendizaje. Su análisis proporciona información sobre este contexto.

De este modo, estas ideas permiten dar forma y plantear el problema de investigación. Se plantea la siguiente pregunta general: ¿Cómo diseña el alumnado de tercer curso del grado en Educación Primaria las secuencias didácticas formadas por ciclos de aprendizaje? Por tanto esta tesis pretende analizar las secuencias didácticas elaboradas por el alumnado del grado de maestro/a en Educación Primaria, que se concreta en el curriculum escolar de 2007, y en la estructura de los ciclos de aprendizaje en cuatro fases en base a la propuesta de Jorba y Sanmartí (1996).

Cada uno de los tres ciclos del curriculum de 2007 está formado por dos cursos académicos, y la estructura de los ciclos de aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996) está estructurado en cuatro fases: Fase de exploración (FE), fase de introducción de nuevos puntos de vista (FINPV), fase de formalización, síntesis o reestructuración (FFS) y fase de aplicación y/o evaluación (FAE).

La pregunta general se desglosa en cinco preguntas, que se expresan del siguiente modo:

- ¿Qué tipo de ciencia y qué personas aparecen en las actividades?
- ¿Qué competencias cognitivas y estrategias cognitivas se desarrollan en las actividades?
- ¿Qué competencias cognitivo-lingüísticas se desarrollan? ¿Con cada una de ellas que competencias cognitivas se desarrollan?
- ¿Qué estrategias metodológicas proponen?
- ¿Qué perspectiva del discurso utilizan en las actividades?

En consecuencia la respuesta a estas preguntas se va a efectuar en relación a la influencia del ciclo de Educación Primaria al que va dirigido la actividad y de la ubicación de las actividades en las fases de las que consta el modelo de Jorba y Sanmartí (1996) para favorecer la estructuración de los conocimientos.

Una vez planteado el problema en el que se centra la investigación, se presenta el objetivo general que pretende en la presente tesis doctoral:

- Analizar y describir el tipo de ciencia utilizado, las competencias cognitivas, estrategias cognitivas y las competencias cognitivo-lingüísticas desarrolladas por el alumnado del grado en Educación Primaria, al diseñar y desarrollar las secuencias didácticas (trabajos dirigidos) de un ciclo o curso de Educación Primaria estructurado en forma de ciclo de aprendizaje socioconstructivista estructurado con cuatro fases.

A continuación se detallan los objetivos específicos de la presente investigación.

Analizar la influencia del ciclo al que van dirigidas las actividades y la fase del ciclo del aprendizaje sobre:

- O1. El tipo de ciencia de la actividad diseñada, y sobre los hombres y mujeres que han hecho ciencia y que aparecen en la secuencia didáctica.
- O2. Las competencias cognitivas y las estrategias cognitivas que se desarrollan, para toda la Educación Primaria, para cada ciclo de Educación Primaria y para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. Establecer la estrategia cognitiva que utilizan en cada fase del ciclo de aprendizaje. Analizar la influencia del tipo de ciencia y las personas que han hecho ciencia sobre las competencias cognitivas.
- O3. Las competencias cognitivo-lingüísticas que se desarrollan, para toda la Educación Primaria, para cada ciclo de Educación Primaria y para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. Analizar las competencias cognitivo-lingüísticas para cada estrategia cognitiva y para cada competencia cognitiva. Establecer la relación entre las competencias cognitivas y las competencias cognitivo-lingüísticas. Analizar la influencia del tipo de ciencia y de las personas que han hecho ciencia sobre las competencias cognitivas.
- O4. Los métodos de enseñanza y aprendizaje que se utilizan, para toda la Educación Primaria, para cada ciclo de Educación Primaria y para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. Analizar y establecer la relación entre las estrategias metodológicas para cada estrategia cognitiva, para cada competencia cognitiva y para las competencias cognitivo-lingüísticas. Analizar la influencia del tipo de ciencia y de las personas que han hecho ciencia sobre las estrategias metodológicas.
- O5. La perspectiva del discurso que se utilizan, para toda la Educación Primaria, para cada ciclo de Educación Primaria y para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. Analizar y establecer la perspectiva del discurso sobre las estrategias metodológicas, estrategia cognitiva, competencias cognitivas y competencias cognitivo-lingüísticas. Analizar la influencia del tipo de ciencia y de las personas que han hecho ciencia sobre las perspectivas del discurso empleado.

III.2 Metodología y variables del estudio

III.2.1. Antecedentes de la metodología

La metodología de nuestra investigación se ha enriquecido con aportaciones de investigadores del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, a través de artículos en revistas, libros o actas de congresos.

Izquierdo, Marzábal, Márquez y Gouvea (2007) han analizado historias experimentales en los libros de texto de ciencias, para estudiar la construcción de los hechos del mundo. Para ello analizan los conceptos y los patrones lingüísticos.

García Barros y Martínez Losada (2014) han analizado la valoración del profesorado de Primaria y Secundaria en ejercicio y formación una serie de habilidades cognitivo-lingüísticas sobre astronomía. González-Rodríguez, García-Barros y Martínez Losada (2015) han analizado 373 actividades de enseñanza y 103 cuestiones de evaluación dirigidas al estudio de la astronomía en la educación obligatoria, para conocer qué aspectos conceptuales y qué habilidades cognitivo-lingüísticas se incluyen en ellas sobre el mismo tema.

Córdoba Martínez, Castelblanco Castro y García-Martínez (2018) han empleado una metodología cualitativa para analizar las habilidades cognitivo-lingüísticas de cinco estudiantes en modalidad virtual a distancia.

Mendoza Díaz, Berón Carrillo, y Cabrera Castillo (2017) señalan que para estudiar la descripción es adecuado un enfoque cualitativo de tipo descriptivo-interpretativo, que obtener las ideas del alumnado.

La presente investigación posee relación con otros campos de la Filosofía e historia de la ciencia, Psicología y de las Ciencias de la Educación.

III.2.2. Metodología de la investigación

La investigación didáctica presenta sus complejidades derivadas de sus objetos de estudio: los sistemas de enseñanza-aprendizaje. En esta investigación se pretenden interpretar estos sistemas desde una visión constructivista del proceso de

enseñanza-aprendizaje (Izquierdo y Aliberas, 2004). Se han recogido datos, se han interpretado, y a continuación se pretende comprender en el nicho ecológico que son las aulas (Solsona, 1998).

Por ello se ha optado básicamente por la metodología de investigación cualitativa ya que se trata de una de las metodologías de las que puede servirse la Didáctica de las Ciencias. Analizamos la diversidad de perspectivas presentes en los fenómenos de enseñanza y aprendizaje, y se pueden emplear diferentes herramientas tanto en el análisis como en la recogida de datos (Sanmartí y Azcarate, 1997, Sanmartí, 2009). Todo ello combinado con una cuantificación de todas las categorías conduce a un pluralismo metodológico. La obtención de la diversidad de resultados, y la complementariedad de enfoques metodológicos (Sabariego y Bisquerra, 2004), ayuda a clarificar conceptos ligados a la comprensión de fenómenos que ocurren en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

En relación a la investigación cualitativa, existe una amplia variedad de métodos cualitativos específicos, que se basan en ideas diferentes, y que persiguen diferentes objetivos. Es importante tener en cuenta las características del contexto para adoptar las decisiones relevantes para la investigación, y realizar las modificaciones adecuadas para estudiar los conocimientos que se pretenden investigar (tema de la investigación). Se ha partido de unas experiencias docentes e ideas iniciales sobre las que se plantea el problema de la investigación, los objetivos que se pretenden lograr y la metodología adecuada que hay que seguir.

Los modelos cualitativos de investigación se desarrollan para comprender diversos fenómenos socioeducativos y para analizar la como se transforma la realidad educativa. De dichos ámbitos de comprensión, transformación, cambio y tomas de decisión (Sandín, 2004), la presente investigación se pretende enfocar hacia la comprensión de las secuencias didácticas elaboradas por el alumnado de Grado.

El alumnado ha elaborado los trabajos dirigidos con la única condición de emplear el ciclo de aprendizaje señalado en el marco teórico. El alumnado se ha implicado en el proceso y, la mayoría no ha puesto obstáculos para su análisis.

Es una investigación de carácter descriptivo. El enfoque va a ser interpretativo, se han categorizado las variables, se han aplicado y analizado. Este análisis se ha realizado en coherencia con los objetivos de la investigación.

III.2.3. Análisis de las secuencias didácticas

La investigación se ha basado en los materiales elaborados por el alumnado de grado en Educación Primaria. Martí y Pozo (2000), señalan que los textos, como sistema externo en el que se representan sus ideas, es una representación esquematizada de la realidad, lo que implica restricciones y, genera nuevas ideas simplificadas sobre la realidad y sobre las relaciones que se establecen. Además se ha analizado el tipo de actividades o situaciones (Erickson y Kintsch, 1995), que se reflejan en sus secuencias didácticas.

Estas actividades configuran el relato que permite determinar (Bruner, 1997) lo que acontece en las mentes de nuestro alumnado (lo que parece que ocurre y que puede corresponderse con lo que ocurre en la realidad), es el resultado de sus procesos de interacción, de sus conocimientos previos, de sus ideas implícitas, de su formación y, en consecuencia informa de su proceso de aprendizaje.

Existen diferentes formas para elaborar secuencias didácticas, construidas mediante puntos de vistas personales y colectivas. Los trabajos elaborados por el alumnado son:

- Las secuencias didácticas se elaboran desde la perspectiva de los participantes, pero emplean un modelo socioconstructivista (Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez 1993). Se han tratado de obtener y de comprender dichas perspectivas.
- El alumnado realiza correctamente la tarea. El tema puede influir y por ello se van a contemplar diferentes ámbitos temáticos (se trabajan muchos temas de modo interdisciplinar)
- Se ha optado por recoger los trabajos elaborados por el alumnado, lo cual permite revisar las decisiones adoptadas.

- El investigador está inmerso en el contexto, lo lidera, y estudia los fenómenos de aula. Asume la interacción con el alumnado, pero con una influencia nula en los resultados de la investigación.
- El contexto (características del alumnado y de la actividad docente) influirá en los resultados obtenidos, pero la muestra empleada (alumnado de tercer curso del grado en Educación Primaria) ha sido la que se ha dispuesto y ha resultado ser adecuada para el análisis.
- Se han analizado algunos trabajos de la diplomatura de Educación Especial pero de ahora en adelante se referirá a la muestra como Alumnado de grado en Educación Primaria.

III.2.4. Variables del estudio

En esta investigación se han analizado las secuencias didácticas elaboradas por el alumnado de grado en Educación Primaria y se ha investigado la influencia de las fases de las que consta el modelo de Jorba y Sanmartí (1996) para estructurar los aprendizajes del alumnado.

III.2.4.A. Variables independientes

Las variables independientes se describen en este apartado.

III.2.4.A.1. Datos de las secuencias didácticas

Se han interpretado aquellas secuencias didácticas que han cumplido unos mínimos de calidad, es decir se han desechado aquellas que no son útiles ya que son, o bien pobres, mal elaboradas o no han seguido el modelo de Jaume Jorba y Neus Sanmartí. Se han elegido al azar de aquellos que han dado su visto bueno de forma verbal.

Para la realización de esta investigación se han utilizado un total de 3972 actividades distribuidas en 28 temas y 25 secuencias didácticas en el primer ciclo, 24 en el segundo y 20 en el tercer ciclo (69 secuencias didácticas en total), elaboradas por alumnado que cursa estudios de formación del profesorado durante los cursos

académicos 2009/2010, 2010/2011 y 2012/2013. A lo largo de dichos y en otros cursos académicos anteriores y posteriores el alumnado ha elaborado un número superior de secuencias didácticas, pero ante la imposibilidad de analizar todas, la elección de las datos se ha realizado al azar y para que los datos se correspondan con el contexto actual, la mayoría de los datos analizados (o sea, resultados obtenidos) corresponden al grado en Educación Primaria. Se ha analizado un número lo suficientemente alto y diverso de actividades para que la muestra sea lo más representativa posible. Se considera que la muestra es lo suficientemente amplia para la obtención de resultados.

La elección ha sido en cierto modo probabilístico. De ellas se han elegido aquellas que eran completas, bien formuladas, que cubran un espectro amplio de temas científicos (Castaño, Cuello, Gutiérrez, Rivero, Sampedro y Solís, en línea), y se han podido obtener suficientes resultados para discutir los resultados y obtener conclusiones. No ha sido casual ya que se ha podido acceder a un número de secuencias superior al que se ha podido analizar.

En los anexos I, II, III, IV, V, VI y VII se detallan los temas y las actividades de las que consta cada una de las secuencias didácticas analizadas.

En este capítulo se han recogido los resultados que surgen del análisis de las secuencias didácticas. Se expresan tanto en números absolutos de actividades y en porcentajes. Para una mejor interpretación de los datos conviene tener en cuenta que si no se especifica lo contrario, los porcentajes han sido obtenidos sobre el total o sobre la fracción señalada en cada caso de las actividades correspondientes a las secuencias didácticas analizadas, no sobre el número total de secuencias didácticas elaboradas a lo largo de todo el curso académico (en algunas ocasiones, no estaban correctamente elaborados y se constataba que con la información cumplimentada era imposible realizar la investigación con las debidas garantías de calidad).

A continuación describimos el análisis realizado. Se estructura a modo de “informe descriptivo” para seguir el discurso, según un orden coherente y evitar confusiones que pudieran surgir como consecuencia de la complejidad de los datos obtenidos y de los aspectos analizados

III.2.4.A.2. Características del alumnado

Las secuencias didácticas de Educación Primaria han sido elaboradas por el alumnado de las diplomaturas de Educación Especial y del grado en Educación Primaria. Se trata de alumnado universitario de 2º y de tercer curso, joven que mayoritariamente se dedica a realizar sus estudios. Es un alumnado de clase social media o baja y de gran motivación para la realización de estos estudios. La mayor parte del alumnado posee beca para realizar sus estudios y la nota de acceso ha sido bastante elevada (7,788 en el curso 2010/11, 7,800 en el curso 2011/12, 8,342 en el curso 2012/13, 8,052 en el curso 2013/14, 8,154 en el curso 2014/15 y 8,192 en el curso 2015/16). En su mayor parte (superior a un 50%), ingresa por primera vez en la universidad para realizar sus estudios en el ámbito de las Ciencias de la Educación. Es un alumnado muy vocacional, que realiza o ha realizado como primeros estudios universitarios títulos ligados a la enseñanza y al aprendizaje. La procedencia ha sido mayoritariamente alumnado de Gipuzkoa, de edades comprendidas entre 20 y 22 años, y un 10% aproximadamente alumnado ya diplomado o graduado en Educación Infantil. Hay que subrayar que mayoritariamente han cursado en lengua vasca, y que el trabajo lo han realizado en dicho idioma, y que principalmente han sido mujeres.

La parte experimental de la investigación se ha diseñado en base a los trabajos dirigidos obligatorios que debe realizar el profesorado en formación de 2º curso de la titulación de Maestro de Educación Especial de la E. U. de Magisterio de Donostia (https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2000-13996 en la actualidad Facultad de Educación, Filosofía y Antropología), así como el alumnado de tercer curso del grado en Educación Primaria, que cursa la asignatura “Las Ciencias de la Naturaleza en el aula de Educación Primaria II” (Etxabe Urbieta, Goyenechea Álvarez de Arcaya, Aguirrezabalaga Elosegui, F, Sanz Alonso, Barrutia Sarasua, Otermin Lizarralde 2015). El programa de la asignatura o guía docente (Etxabe Urbieta, 2008 a), señala que deben elaborar secuencias didácticas o ciclos de aprendizaje sobre diferentes aspectos temáticos de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. Al no repetirse los temas, a través de la interpretación de las actividades propuestas podemos obtener una muestra amplia y diversa de temas de diferentes ámbitos de las Ciencias de la Naturaleza. La información contenida de la asignatura en la guía

docente se puede consultar en <https://www.ehu.es/es/grado-educacion-primaria-gipuzkoa>

III.2.4.A.3. Sexo

El 68,5% de las actividades ha sido realizada exclusivamente por grupos de mujeres, el 6% de los grupos han estado constituidos sólo por hombres y el 25,5% han sido realizados por grupos de hombres y de mujeres (tabla II). Se trata un dato coherente con la matriculación en la Escuela de Magisterio de Donostia (en la actualidad Facultad de Educación, Filosofía y Antropología) para realizar estudios de la extinta diplomatura de Educación Especial o en la actualidad el grado en Educación Primaria.

Tabla II. *Número de secuencias didácticas analizadas desglosadas por sexo*

Ciclo de la Secuencia Didáctica	1	2	3	Total
Hombres y mujeres	277	284	452	1013
Hombres	79	130	29	238
Mujeres	906	831	985	2721

III.2.4.A.4. Idioma

Por otra parte la mayoría de las actividades se han elaborado en lengua vasca (93,9%). Los resultados correspondientes a las muestras analizadas refleja los datos del alumnado que ha ingresado en la última década de la diplomatura (en castellano entre un 8% de la Diplomatura de Educación Primaria a un 15% en la Diplomatura de Educación Especial). En la actualidad la asignatura de tercer curso del grado en Educación Primaria sólo se imparte en lengua vasca. Los datos se señalan en la III.

Tabla III. *Idiomas en las que se han elaborado los trabajos dirigidos*

	2009-2010	2010-2011	2012-2013	Total
Euskera/ Lengua Educación Vasca Primaria	151	445	3232	3828
Lengua Educación Española Primaria		144		144

III.2.4.A.5. Tipo de agrupación

Se han considerado tres categorías: Elaboración individual, elaboración en grupos de dos y elaboración de los trabajos en grupos de dos o de tres alumnas/os.

En la tabla IV se muestra el tipo de agrupamiento que ha empleado el alumnado a la hora de configurar los equipos para elaborar las secuencias didácticas (Etxabe Urbieta 2003b). En dicha tabla, después de haber seguido un muestreo aleatorio los equipos son de dos y de tres componentes principalmente, tanto en la diplomatura de Educación Especial como en el grado en Educación Primaria. Más esporádicamente encontramos en el alumnado personas que elaboran de forma individual las secuencias didácticas. Se trata de un alumnado que asiduamente no asiste a clase y que, por tanto no puede formar equipos de trabajo y que por su situación docente prefiere trabajar y formarse de forma individual.

Tabla IV. *Número de actividades analizadas desglosadas por cursos académicos y por componentes de los grupos que han participado en su elaboración.*

Curso académico		2009-2010	2010-2011	2012-2013
		Número de	actividades	analizadas
Equipo Individual	Educación Primaria		133	
Equipos de dos personas	Educación Primaria	98	387	830
Equipos de tres personas	Educación Primaria	55	67	2404

III.2.4.A.6. Curso y ciclo

Algunos trabajos han sido elaborados para un curso determinado y otros trabajos se han elaborado para un ciclo de Educación Primaria. Se ha codificado para los tres ciclos de Educación Primaria.

Las secuencias didácticas que se han analizado han sido diseñadas y elaboradas por el alumnado universitario y dirigidas a diferentes ciclos de Educación Primaria.

La distribución de las secuencias analizadas es bastante homogénea en todos los ciclos (31,3 %, 31,8 % y 36,9 %), así como el número de actividades (anexos I, II, III, IV, V, VI y VII). Estos números reflejan que, el alumnado al elegir el ciclo en el que

desean realizar la secuencia didáctica eligen principalmente el tercer ciclo probablemente debido a una mayor disciplinamiento y conceptualización, si bien las muestras analizadas corresponden a los tres ciclos. La tabla V muestra el número total de actividades desglosadas por ciclos.

Tabla V. *Número total de actividades y frecuencias relativas (%) desglosadas por ciclos de Educación Primaria.*

	Ciclo Educativo			Total
	1	2	3	
Educación Primaria	1244 (31,3)	1264 (31,8)	1464 (36,9)	3972 (100)

III.2.4.A.7. Cursos académicos

Se ha registrado el curso académico del alumnado al elaborar el trabajo dirigido. La mayoría de los trabajos analizados han sido del grado en Educación Primaria debido a que es el plan de estudios vigente.

Estas secuencias didácticas se han elaborado para las asignaturas Didáctica del conocimiento del Medio Físico-Natural (Etxabe Urbieto, 2008a) correspondiente a la diplomatura Educación Especial (Resolución de 4 de julio de 2000, del Rectorado de la Universidad de País Vasco por la que se ordena la publicación de la modificación del Plan de Estudios conducente a la titulación de Maestro-Especialidad de Educación Especial, a impartir en la Escuela Universitaria de Magisterio de San Sebastián -Cursos Académicos 2009/2010 y 2010/2011-, y a la asignatura Las Ciencias de la Naturaleza en el aula de Educación Primaria del grado en Educación Primaria (Curso Académico 2012/2013). En ambas asignaturas el alumnado universitario debe diseñar secuencias didácticas para la etapa educativa Educación Primaria (Tabla VI).

Tabla VI. *Número de actividades analizadas desglosadas por cursos académicos*

Curso Académico	2009/10	2010/11	2012/13
Educación Primaria	151	587	3234

En la tabla VI se muestra el número de actividades analizadas desglosadas por cursos académicos y en la tabla VII se muestran por cursos académicos y por ciclos de Educación Primaria. Se han elegido principalmente secuencias didácticas elaboradas entre 2009 y 2013. De este modo la muestra corresponde a una amplia franja temporal en la que se han elaborado las secuencias didácticas (tres cursos

académicos) y, además la mayor parte de las secuencias analizadas corresponden al curso 2012/13, lo que le confiere una mayor actualización ligada al contexto educativo actual en la formación del profesorado de Educación Primaria.

Tabla VII. *Número de actividades analizadas desglosadas por cursos académicos y por ciclos de Educación Primaria.*

Curso académico		Ciclo Educativo			Total
		1	2	3	
2009-2010	Educación Primaria	69	23	59	151
2010-2011	Educación Primaria	144	303	140	587
2012-2013	Educación Primaria	1049	919	1266	3234

La mayor parte de las secuencias didácticas son muestras correspondientes al grado en Educación Primaria. El motivo ha sido elegir una muestra actualizada en relación a los estudios actuales. Otro de los motivos ha sido elegir una muestra elaborada por la totalidad del alumnado del grado en Educación Primaria, no de una especialidad concreta (“Educación Especial”). Existe un salto temporal que se corresponde con una discontinuidad producida en la adaptación de las diplomaturas (se impartía en 2º curso) al grado (se imparte en el tercer curso). En la figura 1 queda patente el mayor número de actividades analizadas que pertenecen al curso 2012/2013 (en detrimento de cursos anteriores).

III.2.4.A.8. Temas y disciplinas

Se ha registrado el título o tema sobre el que se ha elaborado la secuencia didáctica. El patrón temático pueda influir en el patrón estructural. Según Lemke (1997), para escribir ciencia hay que dominar tanto el patrón temático (el modelo teórico, los conceptos, experiencias) como el patrón estructural. En la presente investigación se ha analizado este último patrón (estructuras y patrones lingüísticos). Aunque el curriculum de 2005 de la CAV Educación Primaria posee un carácter disciplinar (“El entorno y su conservación”, “La diversidad de los seres vivos”, “La salud y el desarrollo personal”, “Personas, culturas y organización social”, “Cambios en el tiempo”, “Materia y energía” (Morillas Loroño, Zuzuarregi Olasagasti, Etxabe Urbietta 2018) y “Objetos, máquinas y tecnologías”, es posible que influya en mayor medida en Educación Secundaria. La investigación se va a centrar en temas ligados a las Ciencias de la Naturaleza, se han considerado temas diferentes y además el

alumnado ha elegido el tema sobre el que han desarrollado la secuencia didáctica (Etxabe Urbieta, 2009a). La única condición que han cumplido ha sido la de cada grupo o alumna/o ha desarrollado un tema diferente.

No ha resultado sencillo ya que no es nada sencillo ubicar cada tema en una disciplina. Se han considerado varias opciones interdisciplinares. Se han considerado de forma nominal las siguientes posibilidades: Interdisciplinar (Física, Química, Biología y Geología), Física, Química, Física y Química, Biología, Geología, Biología y Geología, Física y Biología, Tecnología y otras posibilidades no contempladas.

Las temáticas sobre las que versan las secuencias didácticas y las actividades que se han analizado se encuentran desglosados en los anexos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII y IX).

La tabla VIII se muestra la disciplinariedad correspondiente a las secuencias didácticas analizadas. Por una parte se constata que las secuencias de Educación Primaria analizadas muestran un resultado equilibrado (37% interdisciplinar frente a un 63% disciplinar). Por otra parte las secuencias didácticas disciplinares analizadas pertenecen principalmente al campo de la Biología (34,5%), Física (12,7%) y Geología (10,4%). En menor medida se desarrollan secuencias del campo de la Tecnología (4,0%). Esta disciplinariedad es bien diferente en Física, Biología y Geología (mayor número de actividades), en Química y en Tecnología el número de actividades y secuencias didácticas es inferior. Así el número de actividades correspondientes a la Física y a la Biología son superiores no significa que no se trabajen actividades del campo de la Química en Educación Primaria, ya que se hallan englobadas en el grupo denominado interdisciplinar. Consideramos que estos resultados obedecen a:

- Una mayor cercanía de los objetos que forman parte de los sistemas biológicos y geológicos a las personas ya que vivimos en nuestro entorno rodeados de seres vivos y seres no vivos.
- Un carácter más descriptivo de la Biología y Geología. Se trata de disciplinas que estudian sistemas formados por objetos, muchos de los cuales identificamos, describimos sus características, e implícitamente

consideramos que desde una perspectiva cognitiva y epistemológica son más sencillos de analizar.

- Nuestro entorno y nuestras vidas están rodeadas de interacciones físicas, que llegan a nuestros órganos sensoriales, los cuales son importantes de estudiar en Educación Primaria, y que consideramos que son cercanos, interactuamos con ellos y forman parte de nuestras vidas.
- Son temas que implícitamente recuerdan haber trabajado cuando cursaban Educación Primaria, así como las imágenes de los libros escolares que les evocan recuerdos de sistemas biológicos y geológicos (Barrutia Sarasua, Otermin Lizarralde, Sanz Alonso, Etxabe Urbieto, 2015) Si atendemos al Diseño Curricular Base de la CAV de 2007 constatamos que de sus cinco bloques tres corresponden a sistemas biológicos y geológicos (“El entorno y su conservación”, “la diversidad de los seres vivos” y “la salud y el desarrollo personal”) y dos que solemos identificar con sistemas físicos, químicos y tecnológicos (“Materia y Energía” y “Objetos, máquinas y Tecnología”). La Química es una disciplina considerada más abstracta (sus teorías están centradas en el mundo microscópico y sus representaciones se refieren a dicha escala no perceptible a través de nuestros órganos sensoriales).

Tabla. VIII. *Frecuencia relativa (%) de las disciplinas ligadas a las secuencias didácticas por curso académico.*

Disciplinarietàad	2009-2010	2010-2011	2012-2013	TOTAL
Interdisciplinar		6,6	30,4	37,0
Física			12,7	12,7
Biología	2,5	5,1	26,9	34,5
Geología		1,7	8,7	10,4
Física y Biología		1,4		1,4
Tecnología	1,3		2,7	4,0
TOTAL	3,8	14,8	81,4	100,0

III.2.4.A.9. Bloque del Diseño Curricular Base de la CAV de 2007

Se constata por una parte que los datos analizados (tabla IX, X y XI) corresponden a una amplia variedad de temas que abarcan prácticamente todo el espectro de temas que aparecen en el Diseño Curricular Base de 2007 (Decreto 175/2007, de 16 de octubre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco, 13 de noviembre de 2007, 26035-26073, número 218, Eusko Jaurlaritza, 2007).

III.2.4.A.10. Fases del ciclo de aprendizaje

El alumnado que ha elaborado la secuencia didáctica ha ubicado cada una de las actividades en una fase del modelo de Jorba y Sanmartí (1996). Los antecedentes se han desarrollado en el apartado II.2.3.

Por otra parte en relación a las actividades diseñadas por el alumnado, se constata que la proporción de las actividades que han diseñado para cada una de las fases no es la misma. Su proporción es ligeramente diferente, 823 (20,7%) para la fase de exploración, 1163 (29,3%) para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 963 (25%) para la fase de formalización, reestructuración o síntesis y 993 (25%) actividades para la fase de aplicación y/o evaluación (Etxabe Urbieto, Aranguren Garayalde, Losada Iglesias, 2011). Se trata de una variable que ha sido establecido por la muestra disponible, ya que según el objetivo y desarrollo de la investigación, no se ha restringido al alumnado a plantear un número determinado de actividades para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado ha elegido libremente realizar el número de actividades necesarias en cada fase, para desarrollar convenientemente los contenidos del tema para un ciclo de Educación Primaria (completitud). Ha integrado en sus secuencias didácticas las actividades que ha considerado necesarias para completar la realización del trabajo dirigido.

Tabla IX. *Temas de las secuencias didácticas desglosados por bloques de contenido del Diseño Curricular Base de 2007 y por curso académico en el Primer Ciclo de Educación Primaria. En total 25 secuencias.*

1 ^{er} ciclo	Curso Académico	Temas (Número de Actividades)	
El entorno y su conservación	2010-2011	Sistema Solar (33)	
		Atmósfera y meteorología (25)	
	2012-2013	Sistema Solar (36)	
		Rocas y Minerales (41)	
La diversidad de los seres vivos	2009-2010	Ríos (52)	
	2010-2011	Suelo (65)	
		Aves (39)	
	2012-2013	Reproducción de las plantas (30)	
		Anfibios (32)	
La salud y el desarrollo personal	2010-2011	Peces (25)	
		Aparato Excretor (41)	
	2012-2013	"Chuches" (57)	
		Aparato Respiratorio (69)	
		Aparato Digestivo (85)	
		Aparato Circulatorio (59)	
	Materia y energía	2012-2013	Bebidas (50)
			Alimentos (69)
Leche (62)			
Percepción de la luz (47)			
Objetos, máquinas y tecnología	2009-2010	Pan. Bollería (67)	
		La reproducción humana (60)	
		Calor y temperatura (56)	
		Electricidad (47)	
		Fuerza y Movimiento (45)	
		Máquinas y Aparatos (30)	

Tabla X. *Temas de las secuencias didácticas desglosados por bloques de contenido del Diseño Curricular Base de 2007 y por curso académico en el Segundo Ciclo de Educación Primaria. En total son 24 secuencias.*

2º ciclo	Curso Académico	Temas (Número de Actividades)
El entorno y su conservación	2012-2013	El agua en la ciudad (73)
		Sistema Solar (18)
La diversidad de los seres vivos	2012-2013	Atmósfera y meteorología (54)
		Sistema Solar (45)
		Rocas y Minerales (50)
		Suelo (99)
La salud y el desarrollo personal	2012-2013	Reproducción de las plantas (33)
		Los insectos (45)
		Anfibios (30)
		Peces (25)
		Aparato Excretor (18)
		"Chuches" (62)
		Aparato Respiratorio (81)
		Aparato Digestivo (85)
Materia y energía	2010-2011	Aparato Circulatorio (52)
		Alimentos (57)
		Leche (107)
		Percepción de la luz (46)
Objetos, máquinas y tecnología	2009-2010	La reproducción humana (56)
		Percepción de la luz (37)
		Calor y temperatura (46)
		Electricidad (43)
		Fuerza y Movimiento (50)
		Máquinas y Aparatos (23)

Tabla XI. *Temas de las secuencias didácticas desglosados por bloques de contenido del Diseño Curricular Base de 2007 y por curso académico en el Tercer Ciclo de Educación Primaria.*

3 ^{er} ciclo	Curso Académico	Temas (Número de Actividades)
El entorno y su conservación	2012-2013	El agua en la ciudad (89)
		Sistema Solar (16)
La diversidad de los seres vivos	2012-2013	Atmósfera y meteorología (87)
		Sistema Solar (87)
		Rocas y Minerales (43)
La salud y el desarrollo personal	2012-2013	Ríos (85)
		Suelo (56)
		Aves (59)
		La reproducción humana (35)
Materia y energía	2010-2011	Aparato Digestivo (173)
		Bebidas (68)
		Leche (61)
		Percepción de la luz (29)
		Pan. Bollería (80)
Objetos, máquinas y tecnología	2012-2013	La reproducción humana (49)
		Aparato Circulatorio (66)
		Calor y temperatura (29)
		Electricidad (78)
		Fuerza y Movimiento (109)
		Máquinas y Aparatos (109)

(20 secuencias en total)

La figura 1 muestra la distribución de las actividades por ciclo de Educación Primaria, y por fase del ciclo de aprendizaje. En dicha figura se constata una mayor homogeneidad por ciclos de Educación Primaria que por las fases de los ciclos de aprendizaje. Los resultados obtenidos reflejan que, cuantitativamente, el alumnado ha diseñado actividades para los tres ciclos de Educación Primaria de forma similar. Para su diseño el ciclo al que se dirige la actividad no supone ningún obstáculo, ya que existen los Diseños Curriculares Base, y éstos se desarrollan en los libros escolares comerciales. No obstante, a la hora de ubicar o diseñar las actividades para las fases del ciclo de aprendizaje, se constata que aquellas que son más activas, diversas o genéricas corresponden con un mayor número de actividades. Por ejemplo en la fase de Introducción de nuevos puntos de vista plantean actividades diferentes y en la fase de formalización, síntesis o reestructuración, son actividades más centradas en los contenidos. En menor medida diseñan actividades para la fase de aplicación y/o evaluación, y finalmente la fase de exploración es aquella que por su naturaleza supone el empleo de un menor número de actividades. Se ha constatado (así lo atestiguan los datos), que para el alumnado es más complicado y laborioso diseñar y plantear actividades para la primera fase. Es menos habitual para el alumnado, es más difícil ser creativo, y su diseño es más complejo para el alumnado. Las actividades de exploración diseñadas suelen ser más concisas, no hay que formalizar o reestructurar ningún contenido científico, son más dialógicas, y persiguen un objetivo más específico que las otras fases del ciclo del aprendizaje. Con un menor número de actividades plantean la detección de conocimientos previos o a partir de una situación problemática planifican su resolución.

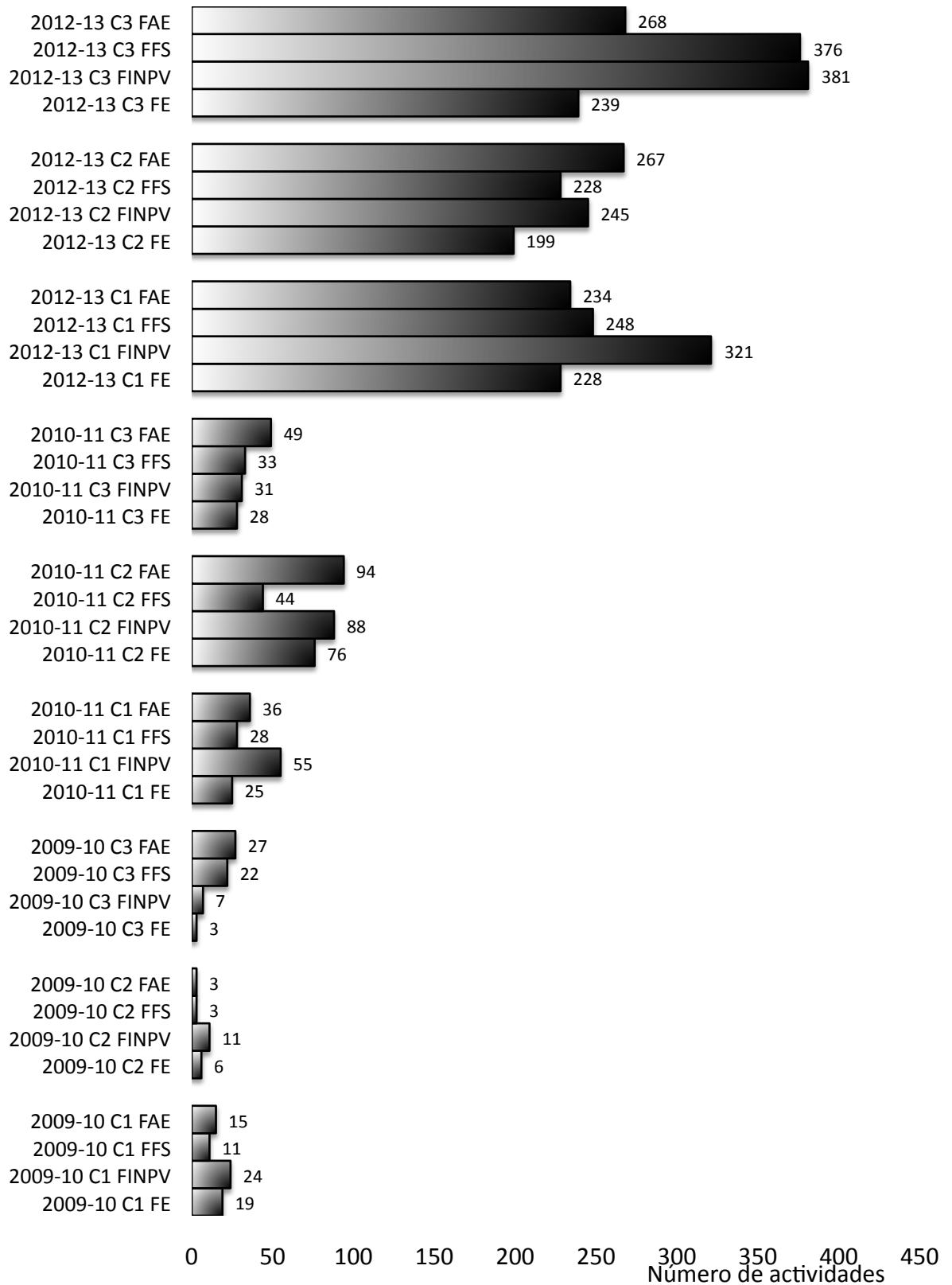


Figura 1. Número de actividades analizadas desglosadas por cursos académicos, ciclo.

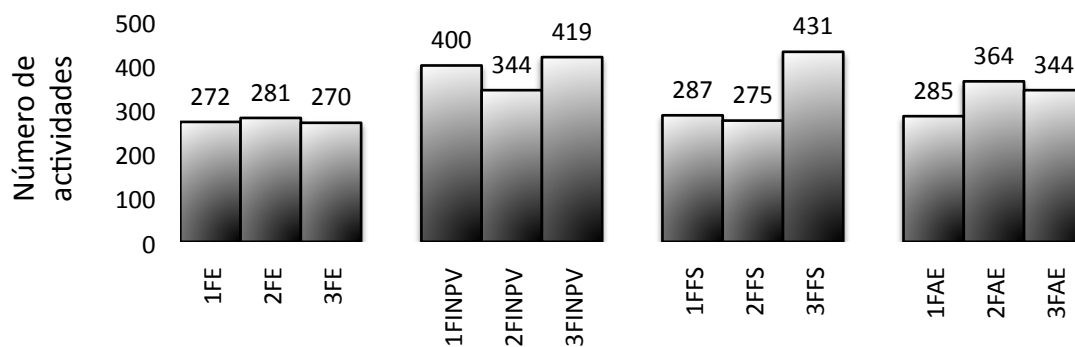


Figura 2. Número de actividades analizadas desglosadas por fase del ciclo de aprendizaje y por ciclo de Educación Primaria.

La distribución de las actividades (o secuencias didácticas) a lo largo de los ciclos de Educación Primaria ha sido homogénea (1244 en el primer ciclo, 1264 en el segundo ciclo y 1464 en el tercer ciclo) en relación a los ciclos de Educación Primaria. Las actividades diseñadas han sido interdisciplinares y centradas principalmente en Biología, Física y Geología (34,5%, 12,7% y 10,4%), y en menor medida en Tecnología (4%):

La figura 2 muestra el número de actividades analizadas desglosadas por fase del ciclo de aprendizaje y por ciclo de Educación Primaria. Se observa un menor número de actividades para la fase de exploración y un mayor número de actividades diseñadas para el resto de las fases del ciclo del aprendizaje. Para el primer ciclo de Educación Primaria (según el currículum de 2007 de la CAV) se ha diseñado un mayor número de actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Es la fase más activa, dinámica y en la que existe una amplia diversidad de contextos en los que se pueden diseñar y desarrollar las actividades. Para el segundo ciclo han propuesto actividades en todas las fases, especialmente en la fase de aplicación y/o evaluación. Finalmente, para el tercer ciclo el mayor número de actividades se proponen en la fase de formalización, síntesis o reestructuración. Se constata en este tercer ciclo una mayor necesidad de formalizar contenidos científicos, es decir con un mayor grado de abstracción y una mayor complejidad conceptual.

III.2.4.B. Variables dependientes

La interpretación de las actividades que forman parte de las secuencias didácticas se han realizado siguiendo las siguientes variables dependientes.

III.2.4.B.1. Tipo de ciencia y personas que han hecho ciencia

El análisis de las secuencias didácticas se ha realizado sobre la base de las siguientes categorías presentes en las variables independientes.

- Tipo de Ciencia. Las categorías ha sido: Hipotética, Inductiva y deductiva (Estany 1990 y 1993).
- Personas que han hecho ciencia y que aparecen citados en las actividades de la secuencia didáctica.

III.2.4.B.2. Competencias cognitivas y estrategias cognitivas

Para las competencias cognitivas, se han establecido las siguientes categorías (Sanmartí, Izquierdo y García, 1999):

- Observar, medir, recoger, registrar
- Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar.
- Buscar
- Formalizar, teorizar
- Sintetizar
- Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir
- Clasificar
- Organizar, estructurar, jerarquizar, seriar, ordenar, seleccionar
- Elaborar, construir
- Relacionar, asociar
- Analizar
- Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar
- Comparar, diferenciar, distinguir
- Elaborar Hipótesis

- Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos
- Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar
- Diseñar, inventar

Para las estrategias se han establecido las siguientes categorías que señala Guidoni (1990)

- Estrategias de categorización
- Estrategias de Formalización
- Estrategias de elaboración
- Estrategias de Interpretación
- Estrategias de ajuste-adaptación
- Estrategias de organización del ajuste y creatividad

III.2.4.B.3. Competencias cognitivo-lingüísticas

Los patrones lingüísticos (Lemke, 1997) que se han categorizado a la hora de realizar la investigación son los siguientes

- Descripción
- Explicación
- Definición
- Justificación
- Argumentación
- Interpretación de Dibujos y Fórmulas
- Datos y hechos

III.2.4.B.4. Métodos de enseñanza y aprendizaje

Las estrategias metodológicas de las actividades se han establecido siguiendo la propuesta de Etxabe Urbieta (2012a).

- Método expositivo
- Método de preguntas
- Método de resolución de problemas (Etxabe Urbieta 2018b)

- Método de trabajos prácticos
- Método de salidas al medio
- Método de utilización de museos de ciencias
- Método histórico
- Método de juegos didácticos
- Método de utilización de información (Etxabe Urbieto, 2009b y 2010).
- Método de debates
- Método de interpretación de imágenes
- Método de proyectos
- Método de relatos de ficción

Las características de los métodos de enseñanza y aprendizaje se encuentran en Etxabe Urbieto (2006b, y 2008g, 2012a). A través del presente estudio queremos determinar, no sólo la utilización de las estrategias metodológicas, las competencias cognitivas y cognitivo-lingüísticas, el tipo de ciencia y la perspectiva del discurso, sino también, con vistas al futuro, identificar las mejores actividades de nuestra asignatura, para que el futuro profesorado construya modelos didácticos para elaborar secuencias didácticas completas, que incluyan actividades para motivar y para desarrollar a todo el alumnado de enseñanza Primaria.

III.2.4.B.5. Perspectiva del discurso

Ametller (2011) propone las siguientes categorías para las perspectivas del discurso.

- Autoritario-directivo
- Dialógico

Para realizar la recogida de datos se han realizado estudios preliminares y se han organizado los resultados obtenidos en base a las posibles características de cada una de las variables dependientes (Bliss, 1983, Bliss, Ogborn y Grize, 1979). Estos resultados han tenido en cuenta un gran número de temas que han abarcado todos los ámbitos de las Ciencias de la Naturaleza. Sin embargo para comparar la influencia del patrón temático se ha optado por elegir casos concretos (Sabariego y Bisquerra, 2004).

III.2.5 Recogida y análisis de datos

A lo largo de la investigación interactúan y se desarrollan simultáneamente, de forma sistemática y ordenada, siempre se vuelve sobre los datos, se analizan los datos, y se replantea continuamente este proceso de naturaleza continua y cíclica (Pérez Serrano, 1994).

Los datos conforme se iban obteniendo, se han analizado (frecuencias absolutas y relativas en porcentaje) y se han buscado las tendencias, tipologías, regularidades o patrones.

En la presente investigación se ha constatado que no existe una estrategia única o procedimiento universal válido para todo tipo de análisis cualitativo. Se ha actuado con flexibilidad dentro de la sistematización y del rigor metodológico, para que los datos hayan sido fiables (precisos o independientes de las circunstancias de la recogida de datos), y válidos (medir o evaluar lo que se señala que se mide o evalúa tanto interna como externamente según García Llamas (2003)).

En la presente investigación se ha tratado de reunir un número suficiente de evidencias, se ha revisado o se ha repetido el proceso, y se han contrastado con las interpretaciones de otras compañeras y compañeros de departamento, para lograr que las interpretaciones de las categorías fuese la adecuada. Se ha realizado de forma abierta, se han seleccionado casos bien elaborados, en coherencia con el marco teórico, de forma reflexiva, y siempre se ha tratado de buscar la relación de los resultados con las preguntas de la investigación. El análisis ha sido continuo y se ha acordado finalizar ya que se generan continuamente nuevos casos (nuevas secuencias didácticas que elabora el alumnado).

A lo largo del proceso se han introducido las modificaciones imprescindibles para mejorar y para completar la investigación. En este periodo se ha contado con la ayuda de miembros del departamento, quienes han asesorado y han ayudado a realizar una interpretación correcta.

Los resultados de los análisis se han registrado en el programa IBM statistics SPSS versión 21.

III.2.6. Cronograma de la investigación

El proceso seguido se representa esquemáticamente en la figura 3. Por una parte está el periodo lectivo. En éste, se organiza la asignatura, los temas y equipos. Diseñan y desarrollan la secuencia didáctica y para ello utilizan el modelo de Jorba, Gómez y Prat (2000). Finaliza el programa formativo y se recogen los trabajos. Estos trabajos constituyen las variables independientes. Sobre estas se interpretan y se analizan siguiendo la metodología de investigación. De este modo se responde a las preguntas planteadas en la investigación.

III.3. Aspectos éticos de la Investigación

Esta investigación ha querido ser éticamente aceptable, y para ello se han cumplido las siguientes condiciones:

- Es un proyecto que tiene relación con el aprendizaje en las aulas universitarias, es decir, se ha realizado en el marco de las personas adultas. Estas personas han dado su consentimiento (han cedido sus trabajos) para realizar la investigación
- Sus nombres nunca aparecerán en ninguna publicación, ni aparecen en la presente memoria de la tesis doctoral.
- Nunca se ha tomado ninguna imagen ni ningún sonido.
- Se ha cumplido con las normativas de planificación, gestión académica y evaluación del alumnado.
- Nunca se ha tenido ninguna implicación en la calificación del alumnado.

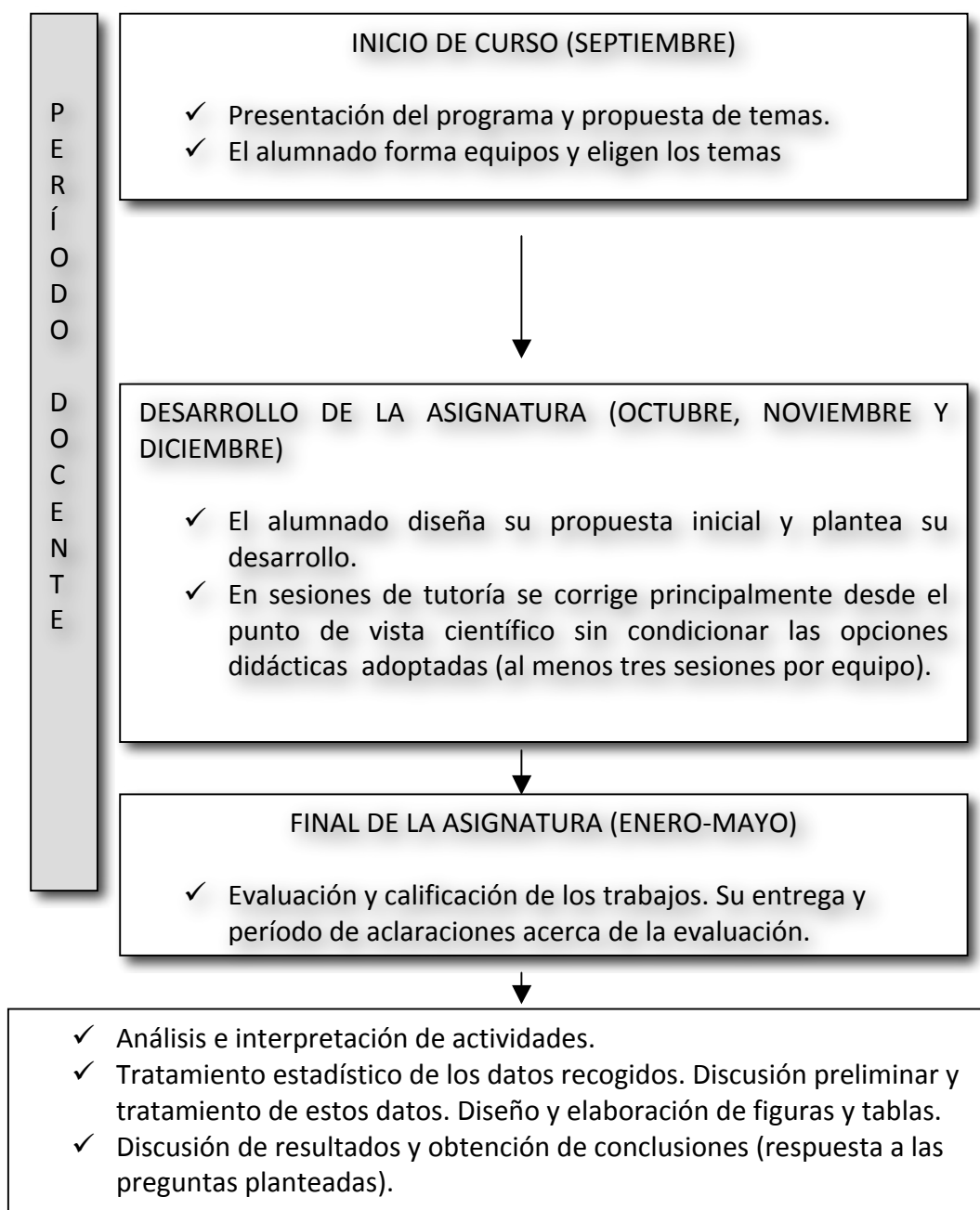


Figura 3. Cronograma y fases de la investigación realizada

- La metodología es cualitativa y descriptiva, idóneo para el grupo estudiado. Es muy difícil generalizar los datos a otros grupos, ya que se basa en la guía docente de dos asignaturas concretas. Se han adecuado los medios y fines, de acuerdo a la bibliografía existentes.
- Se ha cumplido con la solicitud de los permisos al alumnado, que ha cedido el trabajo, y quien lo ha solicitado se le ha devuelto. Se recibió el consentimiento verbal una vez que el alumnado fue informado. Sus trabajos fueron cedidos de forma libre y voluntaria por el alumnado tras

recibir la información adecuada. Aquellos casos en los que no han querido participar se les ha devuelto sus trabajos. La información proporcionada al alumnado ha sido la siguiente: “Se van a estudiar las actividades para analizar los métodos que utilizan y para interpretar las competencias que se desarrollan en las actividades, el tipo de ciencia que se desarrolla y otras características de las actividades. En ningún caso servirá para calificar los trabajos o para diferenciar al alumnado. Se mantendrá la confidencialidad y sus nombres no aparecerán ligados en ningún caso a las características de las actividades diseñadas. Sus trabajos no se utilizarán para ninguna otra finalidad, y en caso de que se realizara se solicitaría el permiso oportuno. Se ha comunicado que el objetivo es mejorar la calidad de la enseñanza”.

- La cesión de los trabajos es voluntaria, en caso contrario, de acuerdo a la normativa de evaluación podrán solicitar la devolución de los trabajos, y se destruirán una vez completada la investigación. Podrán acceder a los resultados de los datos.
- Podrán recoger los trabajos cuando así lo consideren oportuno y el periodo de conservación de sus datos será hasta finalizar la tesis doctoral.
- Se les ha informado que de conformidad al Reglamento Europeo de Protección de Datos (UE2016/679). Los datos personales no se van a utilizar, el nombre de la investigación analizar las secuencias didácticas del alumnado de maestro/a, que la finalidad es realizar la interpretación de sus actividades.

TESIS DOCTORAL
Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas
Relativas a la Enseñanza de las Ciencias
en el Grado en Educación Primaria

CAPÍTULO

IV

Resultados:
Análisis e
Interpretación
de las Secuencias
Didácticas

CAPÍTULO IV. RESULTADOS: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LAS SECUENCIAS DIDÁCTICAS

IV.1. Tipo de ciencia y personas que hacen ciencia en las secuencias didácticas.

En este apartado se analizan las actividades desde la perspectiva del tipo de ciencia (Laudan 1986) que se utiliza (hipotético, inductivo y deductivo), y las personas que han hecho ciencia a lo largo de la historia y que aparecen en las actividades (Duschl, 1985).

IV.1.1. Tipo de ciencia (hipotético, inductivo y deductivo) en las actividades diseñadas para Educación Primaria.

En la tabla XII se muestran los resultados correspondientes a las actividades diseñadas con planteamiento hipotético, inductivo y deductivo. Se constata que el número de actividades que se han propuesto es similar a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria (1244 en el primer ciclo, 1264 en el segundo ciclo y 1464 en el tercer ciclo), si bien es ligeramente superior en el tercer ciclo (1464 frente a 1244 y 1264). Se observa que el número de actividades deductivas es superior (2127) a las actividades hipotéticas (1077) y a las actividades inductivas (768). El resultado es similar en cada uno de los ciclos, si bien las actividades que han diseñado para el primer ciclo presentan un número superior de actividades inductivas (339) en relación a las actividades hipotéticas (331). En los otros dos ciclos el número de actividades hipotéticas (364 y 382) es superior respecto a las actividades inductivas (240 y 189). Por otra parte a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria el número de actividades deductivas es superior a los otros tipos de ciencia.

Tabla XII. *Número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas., totales y por ciclo de Educación Primaria.*

Ciclo de Educación Primaria	Número de actividades			Total
	Hipotéticas	Inductivas	Deductivas	
1	331	339	574	1244
2	364	240	660	1264
3	382	189	893	1464
Total	1077	768	2127	3972

Para comparar el número de actividades diseñadas por el alumnado de Educación Primaria, en la figura 4, se representa la frecuencia relativa (porcentaje) de actividades respecto al tipo de ciencia que se propone respecto a cada ciclo de Educación Primaria. El resultado es similar al número absoluto de actividades. La frecuencia relativa de las actividades hipotéticas diseñadas es parecida en los tres ciclos (27%, 29% y 26%), decrece el número de actividades inductivas (27%, 19% y 13%) y se incrementa el número de actividades deductivas (46%, 52% y 61%).

Estos resultados son lógicos desde el punto de vista del planteamiento de los libros escolares. Muchos de ellos suelen tener planteamientos inductivos (en muchas actividades se solicita al alumnado que observe), sobre todo en el primer ciclo de Educación Primaria. García Barros y Martínez Losada (2003) señalan que hay que usar planteamientos diferentes para desarrollar competencias como observaciones o descripciones, evitar el carácter inductivo, e insistir en los aspectos interpretativos con prácticas más abiertas. Torres Salas (2010) indica que para interpretar los fenómenos ha sido habitual la observación, así como una escasa participación del contexto sociocultural y de las construcciones cognitivas de las personas.

Por otra parte en la tabla XIII y en la figura 4 se constata que el planteamiento hipotético es significativo, inferior al planteamiento deductivo y ligeramente superior al planteamiento inductivo. La influencia de la metodología que han conocido a lo largo de su escolaridad, y la metodología que poseen en la enseñanza universitaria implica que reproduzcan la enseñanza deductiva. Además es un planteamiento habitual en los libros escolares, principalmente en el tercer ciclo de Educación Primaria (Lederman, 1992, Etxabe Urbieta, 2018b).

Por otra parte en la asignatura impartida, con anterioridad a que elaboren las secuencias didácticas se desarrolla en el aula el tema “naturaleza de la ciencia e implicaciones didácticas”. Este hecho puede influir en el tipo de actividades que plantean. De todos modos, no parece que los aprendizajes realizados hayan influido en el tipo de la ciencia que se plantea en las secuencias didácticas. Consideramos que este hecho significa una escasa transferencia de los aprendizajes realizados y una necesidad de una mayor reflexión del tipo de metodología a emplear. Se constata

una gran influencia de los libros escolares y una ausencia de crítica razonada de la enseñanza habitual (Gil-Pérez, Martínez-Torregrosa, Ramírez, Dumas-Carré, Goffard y Pessoa, 1992).

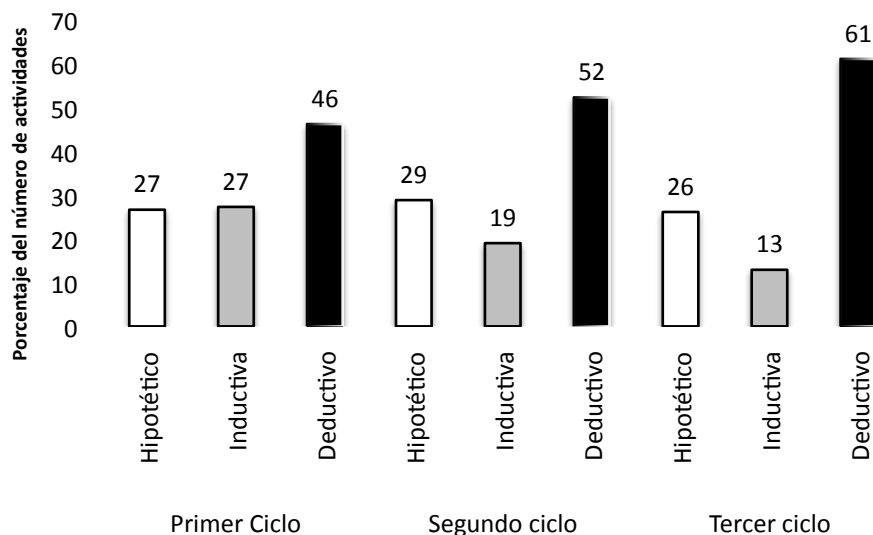


Figura 4. Porcentaje del número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas por ciclos de Educación Primaria.

La tabla XIII muestra el número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas desglosadas las fases en las que se estructuran los aprendizajes para fomentar el aprendizaje del alumnado. Se constata que el alumnado propone un mayor número de actividades para la fase de introducción de nuevos puntos de vista (1163), y una frecuencia absoluta ligeramente inferior (993 actividades) para las fases de formalización o síntesis y para la fase de aplicación y/o evaluación. Han propuesto un menor número de actividades (823 actividades) para la fase de exploración. Este resultado concuerda con lo señalado en el apartado IV.2. Sin embargo los resultados obtenidos para cada una de las fases es bien diferente (Etxabe Urbieta, 2018f) si tenemos en cuenta el tipo de ciencia que han propuesto en cada una de las fases:

- En la fase de exploración se propone un mayor número de actividades hipotéticas (524), y un menor número de actividades (205) inductivas y deductivas (94). Es un resultado lógico si tenemos en cuenta las características de la fase de exploración en la que deben plantearse actividades para presentar los objetivos, plantear actividades para detectar

conocimientos previos o para realizar actividades de planificación. Teniendo en cuenta estas características es un resultado esperable, si bien llama la atención el gran número de actividades deductivas o el escaso número de actividades inductivas.

- Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista proponen un mayor número de actividades inductivas (410), 375 actividades hipotéticas y una frecuencia absoluta ligeramente inferior de actividades deductivas (378). Son resultados bastante más similares que en la fase de exploración. Proponen un mayor número de actividades que en la fase de exploración, lo cual es habitual ya que se proponen actividades activas y dinámicas para evolucionar las ideas previas hacia los contenidos científicos. Llama la atención el gran número de actividades inductivas y un número parecido de actividades hipotéticas y deductivas.
- Los resultados obtenidos para la fase de formalización o síntesis y para la fase de aplicación y/o evaluación son similares. El número de actividades deductivas es muy superior (817 y 838 respectivamente para ambas fases) respecto a la fase de exploración y a la fase de introducción de nuevos puntos de vista. El número de actividades inductivas (82 y 106) e hipotéticas (94 y 49) es muy inferior a las actividades deductivas. Se plantea un tipo de ciencia muy diferenciado en estas dos fases, lo que supone que la ciencia involucrada en estas dos fases es diferente a las dos fases anteriores. Formalizar o sintetizar o aplicar supone, partir de contenidos teóricos para tratar de reestructurar o para transferir, y promover la reestructuración de estos conocimientos en la mente del alumnado. Este tipo de ciencia más deductiva se ha obtenido tras el análisis de las secuencias didácticas.

Por tanto se ha constatado que al diseñar las actividades de Educación Primaria se obtienen resultados diferentes según la fase a la que se dirijan las actividades. Se han seguido planteamientos más hipotéticos e inductivos al inicio de las secuencias didácticas, y un planteamiento más deductivo hacia la mitad o final de las secuencias didácticas. Implica una mayor complejidad y un mayor grado de abstracción de la

fase de formalización, reestructuración o síntesis y de la fase de aplicación y/o evaluación.

Tabla XIII. *Número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas, totales y por fases del Ciclo de Aprendizaje.*

Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades			
	Hipotéticas	Inductivas	Deductivas	Total
Fase de exploración	524	205	94	823
Introducción de nuevos puntos de vista	410	375	378	1163
Fase de formalización o síntesis	94	82	817	993
Fase de aplicación-evaluación	49	106	838	993
Total	1077	768	2127	3972

Se ha señalado con anterioridad que se constatan resultados con tendencias bien diferenciadas según se trate de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas. Las actividades hipotéticas muestran resultados ligeramente superiores para el segundo y tercer ciclo. De igual modo, se constata un decrecimiento del número de actividades propuestas conforme se avanza en las fases de estructuración de los aprendizajes.

Supone que el alumnado del Grado en Educación Primaria considera que plantear actividades hipotéticas es más complejo que plantear actividades inductivas y deductivas. Además en los libros escolares encuentran un mayor número de actividades inductivas y deductivas respecto a las actividades hipotéticas. También su pensamiento tiende hacia el carácter inductivo (Gil-Pérez, Martínez-Torregrosa, Ramírez, Dumas-Carré, Goffard y Pessoa, 1992), y desarrollan un mayor número de actividades inductivas y deductivas. Así, de acuerdo a estas ideas, se observa que el número de actividades inductivas muestran una tendencia contraria a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria. Proponen en mayor medida para el primer ciclo y disminuye su planteamiento conforme avanza el nivel educativo (ciclo de Educación Primaria) al que va dirigida la actividad. Las actividades del entorno, y ligadas directamente con la observación y análisis objetos cercanos, se proponen en mayor medida en el primer ciclo y en menor medida en el tercer ciclo de Educación Primaria (Etxabe Urbieta, 2018f).

Por otra parte respecto a las fases del ciclo de aprendizaje (figuras 5, 6 y 7, y tabla XIV), se constata un mayor número de actividades para la fase de exploración en el caso de actividades hipotéticas. Su número decrece conforme avanzan los ciclos de aprendizaje, lo que significa que las actividades son más numerosas en la fase más concreta y simple (fase de exploración) para las actividades hipotéticas. El número de actividades es inferior, en el caso de la fase de formalización, síntesis o reestructuración y en la fase de aplicación y/o evaluación. Significa que conforme avanza la abstracción y/o complejidad del aprendizaje, se propone un menor número de actividades hipotéticas. Así un planteamiento hipotético de las actividades es más frecuente al inicio de las secuencias didácticas que en su final. La tendencia es decreciente desde la fase de exploración hasta la fase de aplicación y/o evaluación siguiendo el ciclo de aprendizaje.

La figura 6 muestra que el mayor número de actividades se proponen en las dos primeras fases, lo que implica que se plantean en las fases más simples y concretas. Conforme avanzan las actividades dirigidas al alumnado, el aprendizaje se representa de forma más abstracta y compleja, y ello se manifiesta con un menor número de actividades inductivas.

La figura 7 señala que las actividades deductivas se proponen en mayor medida para el segundo y tercer ciclo. Además el número de actividades propuesto es superior conforme avanza el ciclo de aprendizaje. El resultado es diferente en el tercer ciclo ya que el mayor número de actividades deductivas se produce en la fase de formalización o síntesis. Este hecho significa que los resultados son inversos a los que se han producido en el caso de las actividades hipotéticas e inductivas. Las actividades deductivas se proponen principalmente para formalizar los nuevos conocimientos y para comprobar sus aprendizajes (fase de aplicación y/o evaluación). El número de actividades deductivas es superior conforme avanza el ciclo de aprendizaje, siendo muy superior para la tercera y cuarta fase. Se constata que la abstracción y la complejidad van unidas a la formalización y a la aplicación y/o evaluación de los contenidos a través de las actividades planteadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Si comparamos los ciclos de Educación Primaria observamos que las actividades deductivas son superiores en el tercer ciclo para la

fase de formalización y similares en el primer ciclo. El resultado del tercer ciclo señala una mayor formalización mediante las actividades deductivas, y además, inferior en los dos primeros ciclos. Además el resultado de las actividades deductivas es opuesto a las actividades inductivas e hipotéticas. Implica que las actividades planteadas según el tipo de ciencia se proponen para actividades cuyas características son diferentes.

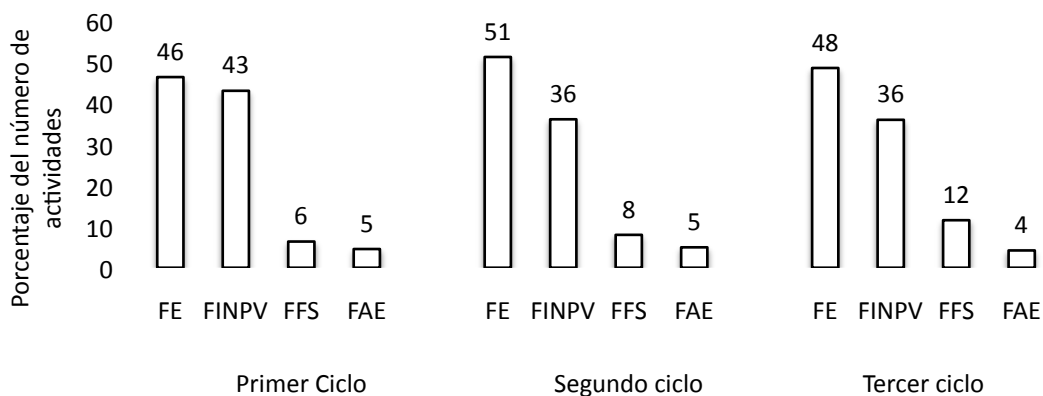


Figura 5. Porcentaje del número de actividades con planteamiento hipotético por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

Un aprendizaje científico debe basarse en una metodología hipotético-deductiva. Se constata parcialmente en las actividades propuestas, y es importante para que la naturaleza de la ciencia sea acorde en las aulas y en la ciencia.

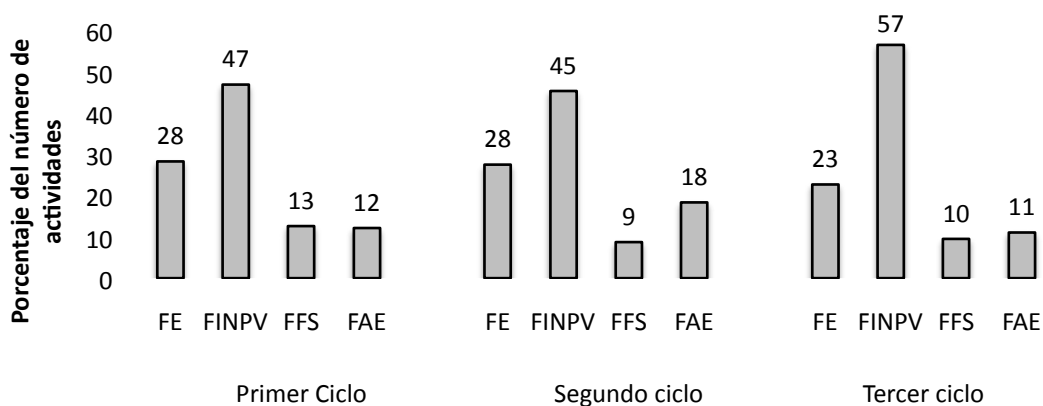


Figura 6. Porcentaje del número de actividades con planteamiento inductivo por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

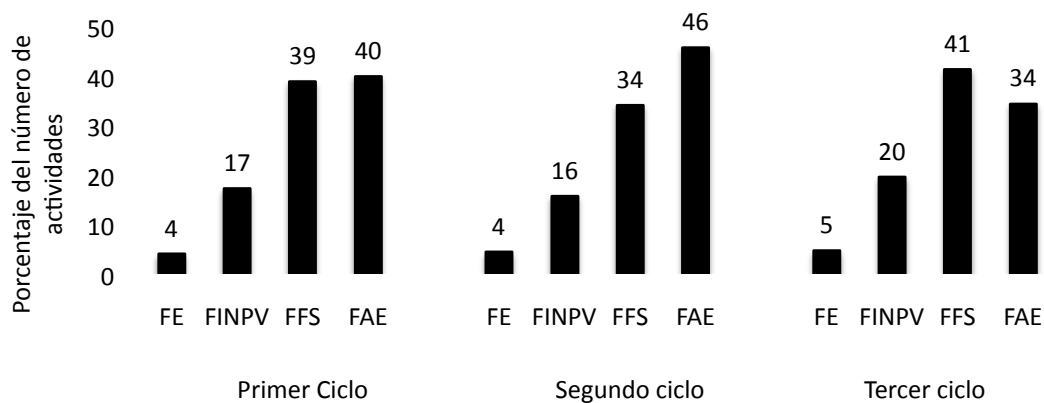


Figura 7. Porcentaje del número de actividades con planteamiento deductivo por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

Los resultados de la tabla XIV muestran la evolución de las actividades inductivas, hipotéticas y deductivas a lo largo de los ciclos de Educación Primaria. Conforme avanza el ciclo de aprendizaje, las actividades diseñadas por el alumnado de grado son más deductivas (tabla XIV). Las características de las actividades del ciclo de aprendizaje, muestran mayores diferencias que los resultados obtenidos para los diferentes ciclos de Educación Primaria. En ellos se constata una progresión en lugar de una diferenciación.

Por otra parte se ha constatado que los temas ligados a la naturaleza de la ciencia desarrollados en el aula han tenido escasa influencia en el desarrollo de las secuencias didácticas. Los resultados además son coherentes con los libros escolares. En ellos el alumnado posee actividades elaboradas, o bien aplican sus experiencias en la enseñanza preuniversitaria (Etxabe Urbietta 2018f). Para nuestro proceso de enseñanza y aprendizaje supone una modificación de las actividades a plantear en las asignaturas del grado. Por ejemplo puede suponer una mejora, plantear la modificar actividades de libros escolares en lugar de solicitar la creación de actividades para Educación Primaria. Otra posible mejora supone ligar con el practicum, o investigar lo que acontece en los centros escolares. Igualmente los berritzegunes (centros de innovación) pueden sugerir planteamientos renovadores.

Tabla XIV. *Número de actividades hipotéticas, inductivas y deductivas por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.*

Ciclo	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades		
		Hipotéticas	Inductivas	Deductivas
1 ^{er} ciclo EP	Fase de exploración (FE)	153	96	23
	Introducción de nuevos puntos de vista (FINPV)	142	159	99
	Fase de formalización o síntesis (FFS)	21	43	223
	Fase de aplicación-evaluación (FAE)	15	41	229
2 ^o ciclo EP	Fase de exploración (FE)	186	66	29
	Introducción de nuevos puntos de vista (FINPV)	131	109	104
	Fase de formalización o síntesis (FFS)	29	21	225
	Fase de aplicación-evaluación (FAE)	18	44	302
3 ^{er} ciclo EP	Fase de exploración (FE)	185	43	42
	Introducción de nuevos puntos de vista (FINPV)	137	107	175
	Fase de formalización o síntesis (FFS)	44	18	369
	Fase de aplicación-evaluación (FAE)	16	21	307

IV.1.2 Científicos y científicas que aparecen en las secuencias didácticas

Para abordar uno de los problemas planteados en la presente tesis doctoral vamos a describir las personas científicas que aparecen en las actividades de Educación Primaria analizadas (Etxabe Urbieto 2008h). Se constata que a pesar de haber concedido importancia a la naturaleza y evolución de la ciencia en el desarrollo de las clases presenciales, el número de científicos y científicas presentes en las secuencias didácticas es muy escaso. De igual modo en la tabla XV se constata que la mayor parte de los científicos citados corresponden al ámbito de la Física, tanto en el ámbito de la mecánica como sobre todo en el ámbito del electromagnetismo. También al tratar el planeta tierra (Geología) y la astronomía citan a personas del ámbito de la ciencia. Resulta interesante constatar, que en temas que corresponden al campo de la Biología y de la Química no citan a ningún científico y científica. El mayor número de científicos y científicas corresponde al electromagnetismo, y en muchos casos se establecen relaciones con algún tipo de invento ligado a la vida cotidiana. Las personas citadas en el campo de la electricidad son Faraday, Oersted,

Ohm, Samuel Morse, Thales, Gilbert, Du Fay, Franklin, Volta, Dalton, Oersted, Faraday, Edison, Van der Graaff y Frankenstein (Pro Bueno y Rodríguez Moreno 2010). Corresponden tanto al ámbito de la electricidad estática como al ámbito de la corriente eléctrica y del electromagnetismo.

En el ámbito de la mecánica únicamente citan a Newton, en el campo de las Ciencias de la tierra emplean genéricos (personas geólogas, paleontólogas) y Mohs. En actividades ligadas a la astronomía citan a Armstrong, Gagarin, Galileo y Copérnico.

Estos resultados suponen por una parte que citan a científicos hombres occidentales, que han elaborado algún tipo de invento. No aparece ninguna mujer científica a pesar de haber sido uno de los temas trabajados en el programa de la asignatura. La historia está llena de mujeres que han sido clave en el avance de la ciencia y en la configuración del mundo tal como lo conocemos. Aunque su reconocimiento ha estado a la sombra durante muchos años, la mayoría son anónimas y hay que visibilizar su trabajo (por ejemplo en los recursos educativos para Primaria basados en la narración oral titulado “Cuéntame cómo dedicarme a la ciencia” presentado en 2020 y que se puede ver en <https://www.youtube.com/watch?v=atsGi42WhmU>). Se están diseñando libros escolares que aborden el papel de las científicas a lo largo de la historia (Serrano e Ibarra, 2019).

De igual modo se constata la influencia del mundo de la ficción (cine) con el caso de Frankenstein. Son personas de diferentes épocas, y los más modernos corresponden al ámbito de la astronomía (astronautas como Armstrong y Gagarin), y el más antiguo está ligado con la electricidad estática (Thales de Mileto).

En la tabla XVI se muestra ciclo a ciclo los científicos y científicas propuestos por el profesorado en formación. Se constata que en el primer ciclo y en la fase de formalización se propone únicamente a Benjamín Franklin (2 actividades). En el segundo ciclo proponen en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (3 actividades) y en la fase de formalización, síntesis o reestructuración (2 actividades). En el tercer ciclo se constata esta circunstancia de forma más marcada ya que se

propone un mayor número de científicos en las actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (5 actividades) y 4 actividades en la fase de formalización. Así, se constata que conforme se diseñan secuencias didácticas dirigidas a alumnado de tercer ciclo proponen un mayor número de actividades con personas que se han dedicado a la ciencia. Por otra parte estos nombres se proponen principalmente en actividades de la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de formalización (en menor medida en la fase de aplicación y/o evaluación con tan sólo 2 actividades).

Todos estos resultados conducen a una ciencia más cercana. Se manifiesta, por una parte, en el planteamiento principalmente deductivo, escaso reflejo de la historia de la ciencia, sobre todo en el primer ciclo, imagen androcéntrica e identificación de la ciencia con inventores de objetos de naturaleza material. Se citan personas de disciplinas más cercanas a la Física o a la Geología que a la Química y la Biología.

Tabla XV. *Número de actividades y científicos/as que aparecen por disciplina y tema.*

Disciplina de Educación Primaria	Tema de la Secuencia Didáctica	Personas de la ciencia citadas	Número de Actividades
Física	Electricidad	Faraday	1
		Oersted	1
		Ohm	1
		Samuel Morse	1
		Thales, Gilbert, Du Fay, Franklin, Volta, Dalton, Oersted, Faraday, Edison, Van der Graaff.	2
		Franklin	2
		Van der Graaf	2
		Volta	2
		Faraday (bobina), Franklin, Volta (pila), Edison (bombilla), Frankenstein	1
		Fuerza y movimiento	Newton
Geología	Rocas y Minerales	Personas Geólogas	1
		Personas Paleontólogas	1
		Mohs	1
Astronomía	Sistema Solar	Armstrong, Gagarin, Galileo, Copérnico	1

Tabla XVI. Número de actividades y personas de la ciencia que aparecen por ciclo de Educación Primaria y fase del ciclo de aprendizaje.

Ciclo de Educación Primaria (Número de actividades totales)	Fase de estructuración de los aprendizajes (Número de actividades)	Personas científicas que aparecen en las actividades (Número de actividades, Tema de la secuencia didáctica)
1 ^{er} ciclo EP (C1) (1262)	FE (276) FINPV (405) FFS (291) FAE (290) FE (277)	Franklin, B. (2, Electricidad)
	FINPV (339) FFS (271) FAE (358) FE (269)	Personas Geólogas (1, Rocas y Minerales), Mohs (1, Rocas y Minerales), Newton (1, Fuerza y Movimiento) Van der Graaf (2, Electricidad), Volta (2, Electricidad)
2 ^o ciclo EP (C2) (1245)	FINPV (419)	Armstrong (1, Sistema Solar), Copérnico (1, Sistema Solar), Dalton (2, Electricidad), Du Fay (2, Electricidad), Edison (3, Electricidad), Faraday (3, Electricidad), Frankenstein (1, Electricidad), Franklin, B. (3, Electricidad), Gagarin (1, Sistema Solar), Galileo (1, Sistema Solar), Personas Geólogas (1, Rocas y Minerales), Gilbert (2, Electricidad), Oersted (2, Electricidad), Palentólogos/as (1, Rocas y minerales), Thales (1, Electricidad), Van der Graaf (2, Electricidad), Volta (3, Electricidad)
	FFS (431) FAE (344)	Faraday (1, Electricidad), Morse (1, Electricidad), Oersted (1, Electricidad), Ohm (1, Electricidad)
3 ^{er} ciclo EP (C3) (1463)		

Por otra parte el planteamiento de actividades de planteamiento más hipotético y más inductivo se realiza al inicio de los ciclos de aprendizaje. Predomina un planteamiento más deductivo a la finalización de los ciclos de aprendizaje. Puede suponer que al inicio de las secuencias didácticas tengan una visión más abierta e hipotética, que las actividades propuestas al final.

El número de las personas científicas (hombres) que aparecen en las actividades de los diferentes ciclos de Educación Primaria se incrementa considerablemente al pasar de primer ciclo a tercer ciclo de Educación Primaria.

IV.2. Competencias cognitivas

En este apartado vamos a desarrollar las competencias cognitivas desarrolladas en las actividades que ha diseñado para Educación Primaria el alumnado del grado en Educación Primaria. Seguimos el orden de la tabla XVII. Se desarrollan uno a uno los resultados obtenidos para cada una de las competencias cognitivas y a continuación se agruparán en estrategias cognitivas con las que se obtendrá una visión global de estas competencias (Etxabe Urbieta, 2019a y Etxabe Urbieta 2019b).

IV.2.1 Competencias cognitivas desarrolladas en las actividades de Educación Primaria

La tabla XVII muestra los resultados globales obtenidos para las competencias cognitivas desarrolladas en el total de las actividades de Educación Primaria. En dicha tabla se han representado los valores absolutos (número de actividades) correspondientes a cada competencia cognitiva. Las abreviaturas se han especificado al inicio de la memoria y además se señalan en esta tabla.

La tabla XVII y la figura 8 muestran los resultados obtenidos para cada una de las competencias cognitivas. Se constata que las que se utilizan en mayor número son aquellas que precisan inferior dificultad cognitiva. En orden decreciente las competencias cognitivas se ordenan del siguiente modo: Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar. (ID; 710), observar, medir, recoger, registrar, construir (OB; 370), formalizar, teorizar (FO; 346), elaborar Hipótesis (EH; 342), analizar (AN;

335), calcular, resolver, dibujar, completar, decidir (CA; 297), elaborar, jerarquizar, seleccionar (EL; 241), transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar (TA; 218), comparar, diferenciar, distinguir (CO; 177), relacionar, asociar (RE; 173), establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos (EARA; 173), sintetizar (SI; 151), valorar, evaluar, juzgar, reflexionar (VA; 141), clasificar (CL; 103), buscar (BU; 88), diseñar, inventar (DI; 62) y organizar, estructurar, seriar, ordenar (OR; 45).

Tabla XVII. *Competencias cognitivas desarrolladas en las actividades de Educación Primaria.*

Competencias Cognitivas (abreviaturas)	Número de actividades en Educación Primaria.
Observar, medir, recoger, registrar, construir (OB) (“Observar,...”)	370
Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar. (ID) (Identificar,...)	710
Buscar (BU) (“Buscar”)	88
Formalizar, teorizar (FO) (“Formalizar,...”)	346
Relacionar, asociar (RE) (“Relacionar,...”)	173
Comparar, diferenciar, distinguir (CO) (“Comparar,...”)	177
Clasificar (CL) (“Clasificar”)	103
Elaborar Hipótesis (EH) (“Elaborar hipótesis”)	342
Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar (TA) (“Transferir,...”)	218
Analizar (AN) (“Analizar”)	335
Sintetizar (SI) (“Sintetizar”)	151
Organizar, estructurar, seriar, ordenar (OR) (“Organizar,...”)	45
Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir (CA) (“Calcular,...”)	297
Elaborar, jerarquizar, seleccionar (EL) (“Elaborar,...”)	241
Diseñar, inventar (DI) (“Diseñar,...”)	62
Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar (VA) (“Valorar,...”)	141
Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos (EARA) (“Establecer analogías,...”)	173

En orden decreciente pasamos de las competencias ligadas a la asignación de características o cualidades, a las que tienen que ver con la comprensión, aplicación, utilización de analogías y aquellas que están ligadas con el diseño, creatividad y organización. Esta ordenación es parcialmente congruente los procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias señalados por Solaz Portolés y Sanjosé López (2008).

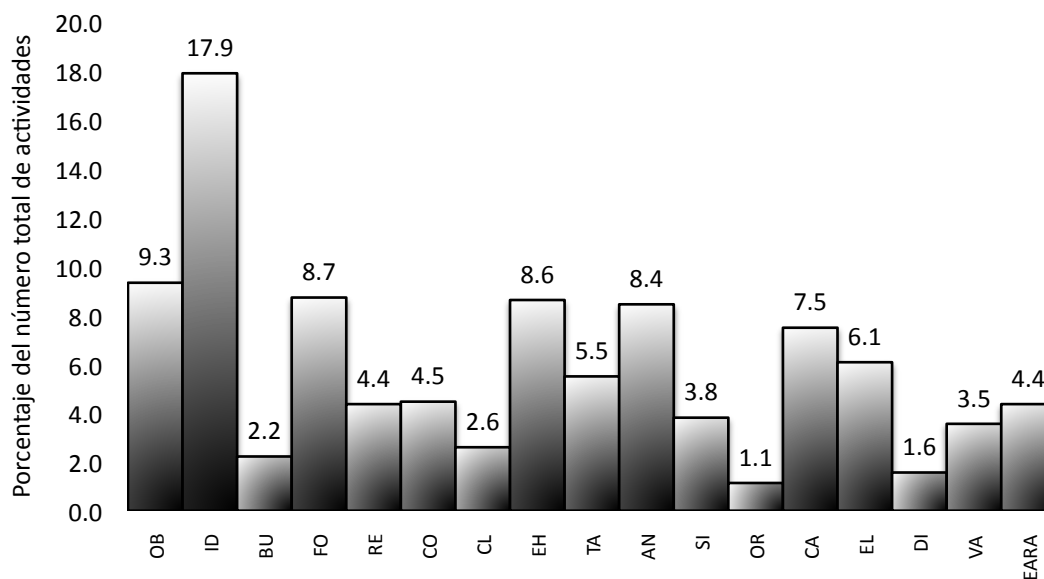


Figura 8. Frecuencia relativa (%) del número de actividades totales por competencia cognitiva. El significado de las abreviaturas se encuentra en el glosario de abreviaturas y en la Tabla XVIII.

Los resultados indican que, el alumnado plantea actividades en las que se desarrollan todas las competencias cognitivas que se han especificado. Algunas se desarrollan en un gran número de actividades, pero hay otras competencias que desarrollan en número inferior de actividades. En estas encontramos las que poseen mayor complejidad (organizar, diseñar y valorar), que se desarrollan en menor número de actividades, lo que sugiere que el alumnado elige plantear actividades de observación o identificación, o de comprensión. Entre ambos casos encontramos las competencias de análisis o aplicación. (Etxabe Urbieta, 2019a, Etxabe Urbieta, 2019b).

IV.2.2. Competencias cognitivas por ciclo de Educación Primaria

La tabla XVIII desglosa las competencias que emplea el alumnado desglosadas en los tres ciclos de Educación Primaria del currículum de 2007. Se constata que en el primer ciclo se trabajan en mayor número de actividades las competencias con inferior demanda cognitiva (“observar,...” e “identificar,...”). Su porcentaje disminuye conforme avanzamos desde el primer ciclo al tercer ciclo de Educación Primaria (según el currículum de 2007 de la C.A.V.) a la que se dirigen las actividades (de un 12,2% y 21%, a 9,2% y 17,3%, y en el tercer ciclo 7,0% y 17,5%). Esta tendencia igualmente se constata en las competencias “clasificar” y “comparar”.

Tabla XVIII. *Número de actividades totales por competencia cognitiva y ciclo de Educación Primaria, y tendencia desde el primer ciclo (C1) al tercer ciclo (C3) de Educación Primaria.*

Competencia cognitiva	C1	C2	C3	Tendencia
Observar, medir, recoger, registrar, construir (OB)	152	116	102	Decreciente
Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar (ID)	261	219	230	Decreciente
Buscar (BU)	21	29	38	Creciente
Formalizar, teorizar (FO)	85	113	148	Creciente
Relacionar, asociar (RE)	54	46	73	Creciente
Comparar, diferenciar, distinguir (CO)	65	50	62	Decreciente
Clasificar (CL)	46	28	29	Decreciente
Elaborar Hipótesis EH)	104	129	109	No clara
Transferir, aplicar, predecir, inferir, ... (TA)	55	80	83	Creciente
Analizar (AN)	108	98	129	Creciente
Sintetizar (SI)	29	47	75	Creciente
Organizar, estructurar, seriar, ordenar (OR)	15	15	15	Similar
Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir (CA)	99	102	96	Similar
Elaborar, jerarquizar, seleccionar (EL)	50	91	100	Creciente
Diseñar, inventar (DI)	14	14	34	Creciente
Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar (VA)	41	39	61	Creciente
Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos (EARA)	45	48	80	Creciente

Por otra parte “buscar”, “formalizar,...”, “transferir,...”, “analizar” son competencias cuya tendencia es la contraria, es decir se emplean más conforme avanzan los ciclos de Educación Primaria a los que se dirige (de un 1,7% y 6,8%, a 2,3% y 8,9%, y en el tercer ciclo 2,6% y 10,1%). Del mismo modo, esta tendencia creciente se constata con las competencias “relacionar,...”, “sintetizar”, “elaborar,...”, “diseñar,...”, “valorar,...”, “establecimiento de analogías,...”. Hay una competencia en la que no queda clara la tendencia (“elaborar hipótesis”) y otras en las que el resultado en los tres ciclos es muy similar (“organizar,...” y “calcular,...”).

En líneas generales se constata que aquellas competencias con mayor demanda cognitiva se propone un mayor utilización en las actividades del tercer ciclo (“relacionar,...”, “transferir,...”, “sintetizar”, “elaborar,...”, “diseñar,...”, “valorar,...”, “establecimiento de analogías,...”) o bien aquellas en las que el alumnado, a través de sus competencias cognitivas debe utilizar contenidos cada vez más complejos conforme avanzamos en Educación Primaria (“buscar,...”, “formalizar,...” y “relacionar,...”). Por el contrario en el primer ciclo se proponen emplear aquellas cuya dificultad cognitiva es inferior (“observar,...”, “identificar,...”, “comparar,...” y “clasificar”).

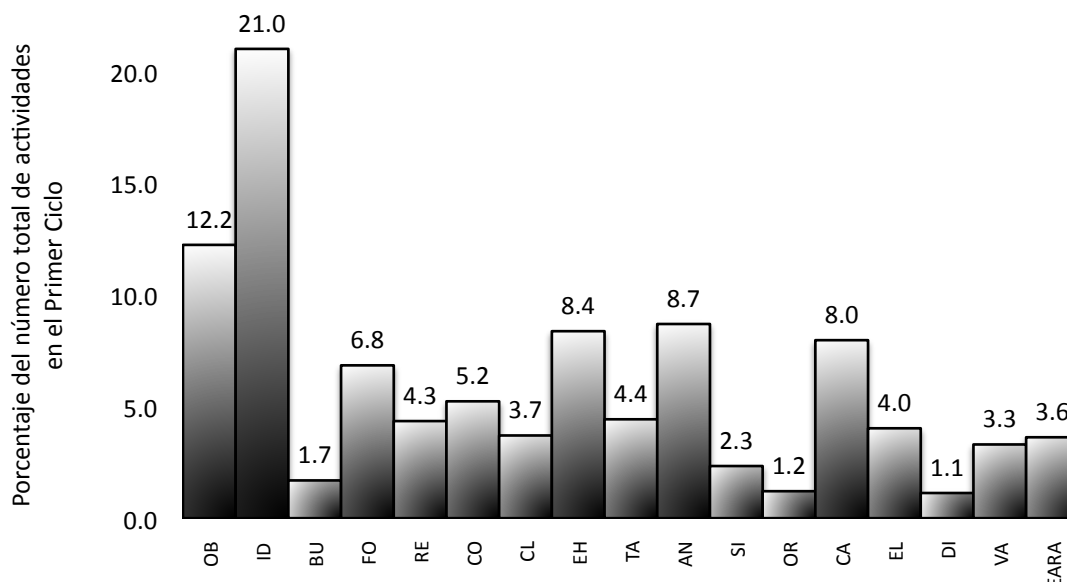


Figura 9. Frecuencia relativa (%) de las competencias cognitivas sobre el total de actividades en el primer ciclo de Educación Primaria. El significado de las siglas se encuentra en el glosario de abreviaturas y en la tabla XVIII

La figura 9 representa la frecuencia relativa (expresado en porcentaje) de las competencias cognitivas sobre el total de actividades en el primer ciclo de Educación Primaria. Las ideas que se han señalado con anterioridad se visualizan en esta figura. Las competencias cognitivas que se emplean en mayor número de actividades son aquellas ligadas con la identificación u observación de características. Las que se emplean en menor número son aquellas que están relacionadas con el diseño y organización, y los que están ligados con el lenguaje (buscar y sintetizar). Las desviaciones típicas para los porcentajes oscilan de un 4,9 para el primer ciclo, 4,1 para el segundo ciclo y 3,5 para el tercer ciclo, lo que señala menor dispersión para el tercer ciclo de Educación Primaria.

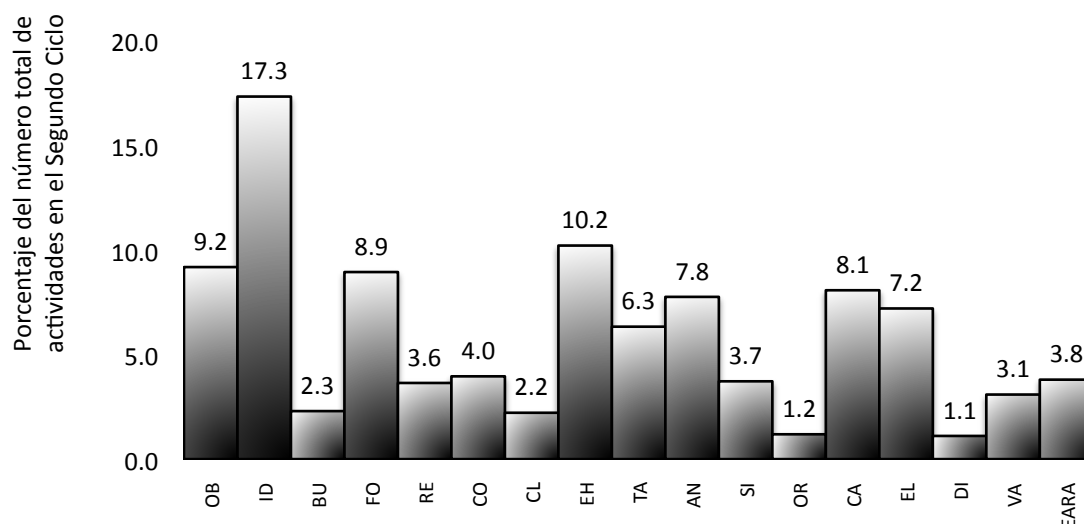


Figura 10. Frecuencia relativa (%) de las competencias cognitivas sobre el total de actividades en el segundo ciclo de Educación Primaria.

Las figuras 10 y 11 representa la frecuencia relativa en el segundo y tercer ciclo de Educación Primaria. Los resultados obtenidos son similares. Las competencias cognitivas que se emplean en mayor número de actividades son aquellas ligadas con la identificación u observación de características, “formalización,...” , “observación,...”, “elaboración de hipótesis” y “calcular...”. La dispersión de los porcentajes es menor para el tercer ciclo de Educación Primaria. Del segundo al tercer ciclo disminuye “observación,...”, “identificación,...”, “emisión de hipótesis” y “calcular,...”. Se incrementa “formalización,...”, “analizar”, “valorar,...”, “sintetizar” y “establecer analogías,...”. La complejidad y abstracción de la competencia cognitiva

se refleja en el incremento de su uso de las actividades del segundo ciclo al tercer ciclo. Asimismo las competencias ligadas a las competencias comunicativas se desarrollan en mayor número de actividades en el tercer ciclo.

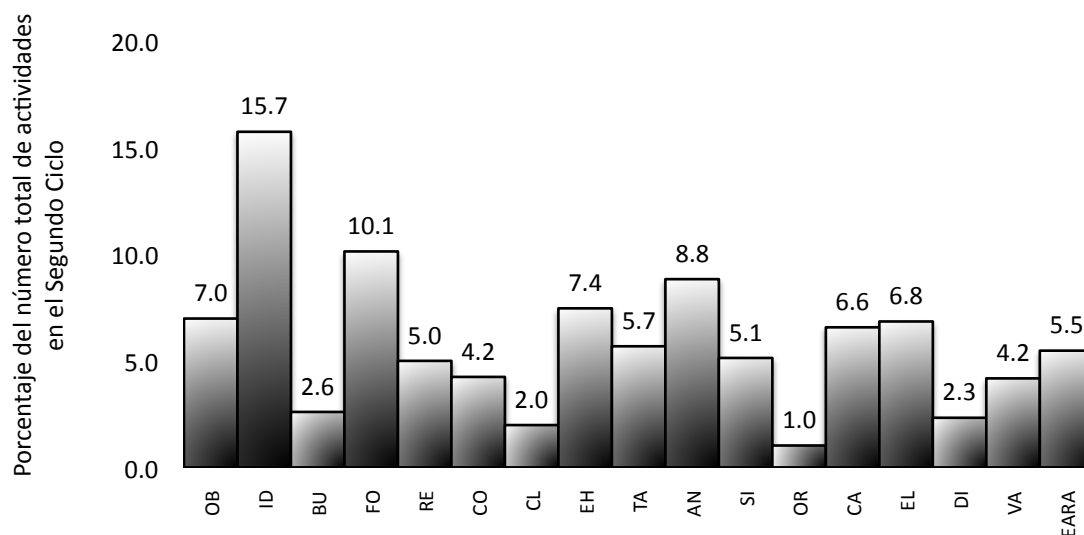


Figura 11. Frecuencia relativa (%) de las competencias cognitivas sobre el total de actividades en el tercer ciclo de Educación Primaria.

IV.2.3. Competencias cognitivas por fase del ciclo de aprendizaje.

En este apartado mostramos la utilización de las competencias cognitivas en las secuencias didácticas elaboradas por el alumnado del grado en Educación Primaria. Se analizan los resultados obtenidos para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje (tabla XX y figuras 12, 13, 14 y 15). Se constata que se obtienen resultados diferentes para cada fase, es decir la competencia cognitiva que se desarrolla en la actividad se modifican en base a la fase en la que se ubica la actividad (Etxabe Urbieta 2019 a, Etxabe Urbieta 2019b).

IV.2.3.A. Fase de exploración

El resultado obtenido para esta fase (figura 12) del ciclo del aprendizaje indica que hay tres competencias cognitivas que se desarrollan en un mayor número de actividades: “Observar,...” (OB), “identificar,...” (ID) y “elaborar hipótesis” (EH).

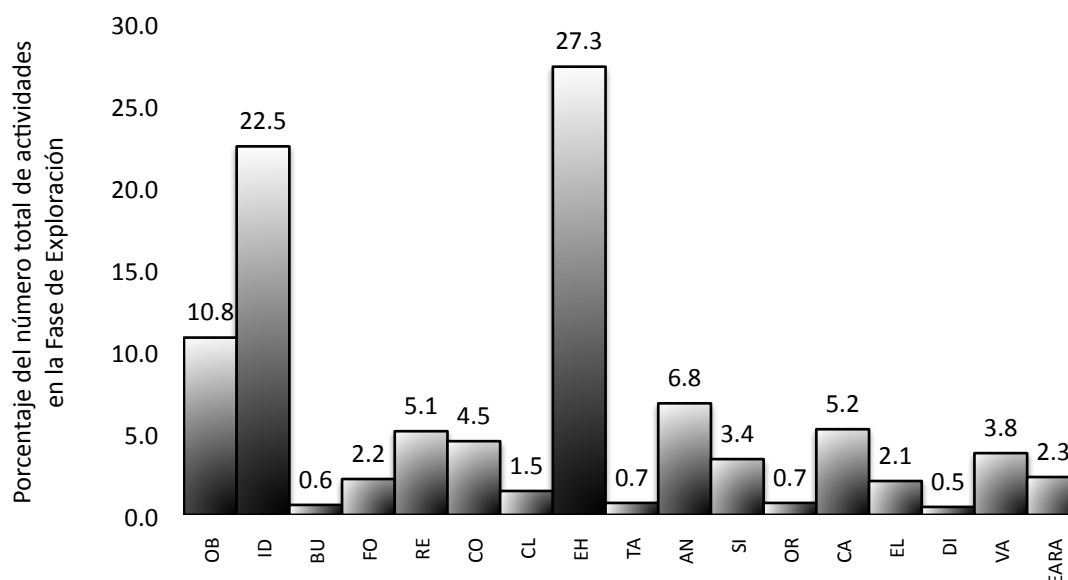


Figura 12. Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrolla cada competencia cognitiva sobre las actividades de la Fase de Exploración.

Se ha señalado en el apartado anterior, que son competencias que también se emplean en mayor número en el primer ciclo. Igualmente se emplean en el resto de los ciclos, pero en menor número. Las competencias “analizar,...” (AN), “relacionar,...” (RE) y “calcular,...” (CA) se emplean entre porcentajes que oscilan cerca de un 5% (inferior a un 10%). En base a la frecuencia absoluta, las competencias que se desarrollan en mayor número de actividades, son las que están ligadas con la elaboración de propuestas de ideas del alumnado y con la percepción de las características de los sistemas físicos y naturales. La dispersión de los porcentajes se manifiesta en una desviación típica de un 7,7.

IV.2.3.B. Fase de introducción de nuevos puntos de vista

La figura 13 muestra los resultados obtenidos para la fase de introducción de nuevos puntos de vista. En esta segunda fase se constata que se desarrolla un mayor

número de competencias cognitivas que en la fase anterior. Por una parte, dos de las competencias que se desarrollan en las actividades de la fase de exploración, de igual modo se desarrollan en esta fase (“observar,...” e “identificar,...”). Sus resultados son similares. Sin embargo la competencia “elaborar hipótesis” se emplea en una muy menor medida (de un 27,3% pasamos a un 7,5%). En las actividades de esta fase se desarrolla un número mayor de competencias (mayor diversidad que en la fase de exploración) pero su porcentaje es similar (excepto las dos competencias que se desarrollan en un mayor número de actividades). Las siguientes competencias se desarrollan entre un 5% y un 10%: “Formalizar,...” (FO), “relacionar,...” (RE), “comparar,...” (CO), “elaborar hipótesis” (EH), “analizar” (AN), “calcular,...” (CA), “elaborar,...” (EL) y “establecer analogías,...” (EARA).

Esta diversidad de competencias desarrolladas se manifiesta en una desviación típica de los porcentajes inferior a la fase de exploración (4,5%). Ello significa que se trata de una fase del ciclo de aprendizaje en la que las competencias cognitivas poseen mayor diversidad. Además cada una de ellas se desarrolla en un número de actividades con una dispersión inferior respecto a la fase de exploración.

En esta fase se trata de activar y de evolucionar los conocimientos previos del alumnado hacia los contenidos científicos. Para ello se utiliza un mayor número de competencias. Los resultados señalan que este objetivo se puede cumplir desarrollando diferentes competencias, algunas de ellas ligadas a características más del ámbito de la percepción o a nombrar objetos o ideas, y otras con características ligadas a procesos cognitivos más complejos.

En esta fase, respecto a la fase de exploración, se realizan actividades en las que se efectúa una superior abstracción y complejidad. Se manifiesta en competencias de carácter perceptivo como “observar,...” e “identificar,...”, y a través de otras competencias como “formalizar,...”, en el que se incrementa la abstracción ligada a la comprensión. También se emplean otras competencias como “comparar,...”, “elaborar hipótesis”, “elaborar,...” y “establecer analogías,...” que se emplean en mayor número de actividades respecto a las que se emplean en la fase de exploración.

En síntesis, se emplean con mayor frecuencia en las actividades aquellas competencias que igualmente se emplean en la fase de exploración. Además se constata el carácter dinámico y activo de esta fase habida cuenta de la proporción más equilibrada de las competencias que nos indica la desviación típica de los porcentajes.

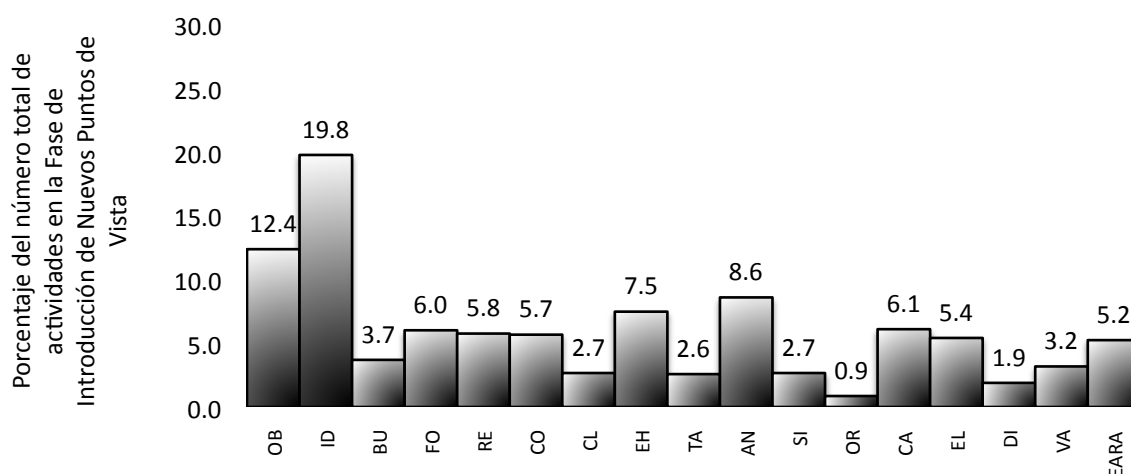


Figura 13. Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrolla cada competencia cognitiva sobre la Fase de Introducción de nuevos puntos de vista.

IV.2.3.C. Fase de formalización y/o síntesis

La figura 14 muestra los resultados obtenidos para la fase de formalización, reestructuración o síntesis. En esta tercera fase se constata que se desarrolla un número inferior de competencias cognitivas. Sus características están bien diferenciadas. Por una parte en las actividades de esta fase se desarrollan principalmente tres competencias (“identificar,...” 13,5%, “formalizar,...” 23,5% y “analizar,...” 11,9%). Hay que señalar que la competencia “identificar,...” de igual modo se desarrollaba en una gran frecuencia relativa en las actividades de la fase anterior. Por otra parte, entre un 5% y un 10% se encuentran las actividades en las que se desarrollan las competencias “sintetizar”, “calcular,...”, “elaborar,...”, y casi un 5% “establecer analogías,...”.

Por tanto para lograr los objetivos de esta fase, el alumnado desarrolla un número inferior de competencias cognitivas, son competencias de un nivel más elevado que en las fases anteriores. Se manifiesta en la mayor abstracción de esta

fase a través de estas competencias: “Identificar,...”, “formalizar,...”, “analizar”, “sintetizar”, “calcular,...” “elaborar,...” y “establecer analogías,...”. Son competencias ligadas a la abstracción (“identificar,...”, “formalizar,...”, “sintetizar” y “establecer analogías,...”), o bien son competencias para avanzar en la complejidad y en la abstracción (“analizar”, “calcular,...” y “elaborar,...”).

La desviación típica de los porcentajes es de un 5,7% lo que implica menor dispersión respecto a la fase de exploración.

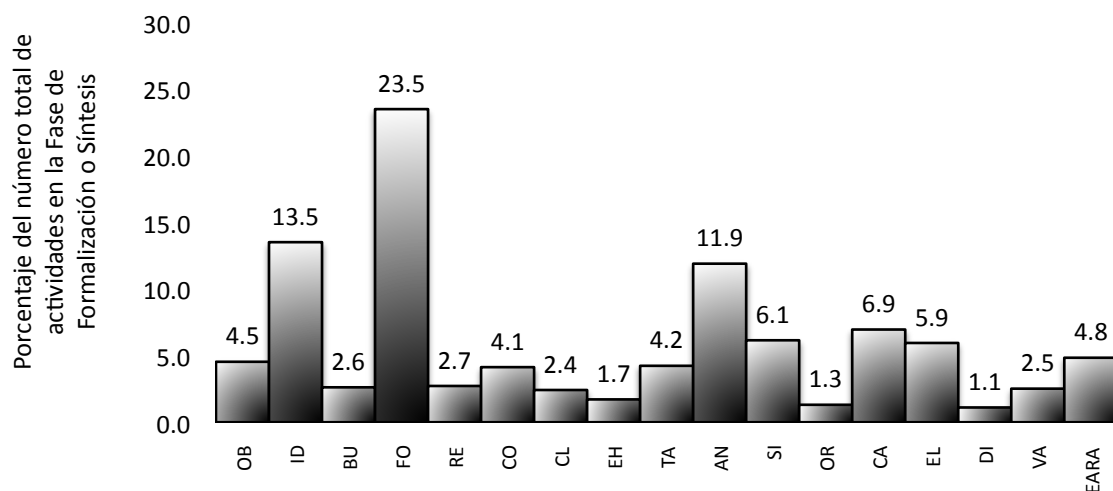


Figura 14. Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrolla cada competencia cognitiva sobre las actividades de la Fase de formalización o síntesis

IV.2.3.D. Fase de aplicación-evaluación

La figura 15 muestra los resultados obtenidos para la fase de aplicación y/o evaluación. En esta cuarta fase se constata que se desarrolla un mayor número de competencias cognitivas en un porcentaje superior a un 10% (“observar,...” 9,3%, “identificar,...” 16,2%, “transferir,...” 14,1%, “calcular,...” 11,5% y “elaborar,...” 10,3%). Hay otras competencias que se desarrollan entre un 5 y un 10 % (“analizar” 6,1%, “valorar,...” 4,8% y “establecer analogías,...” 4,5%).

Son competencias ligadas con la percepción o asignación de características, por ejemplo observar e identificar, o de un nivel cognitivo más elevado como “transferir,...”, “calcular,...”, “elaborar,...”, “analizar,...”, “valorar,...” y “establecer

analogías,...” Se constata que la fase de aplicación y/o evaluación es una fase con una menor abstracción (respecto a la fase anterior no se desarrollan en frecuencias absolutas tan elevadas competencias como “formalizar,...”, o “sintetizar,...”). Sin embargo, son de una gran complejidad, como son las competencias “transferir,...”, “calcular,...”, “elaborar,...”, “analizar,...”, “valorar,...” y “establecer analogías,...”. La desviación típica de los porcentajes es de 4,6, similar a la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Indica que se desarrollan muchas competencias.

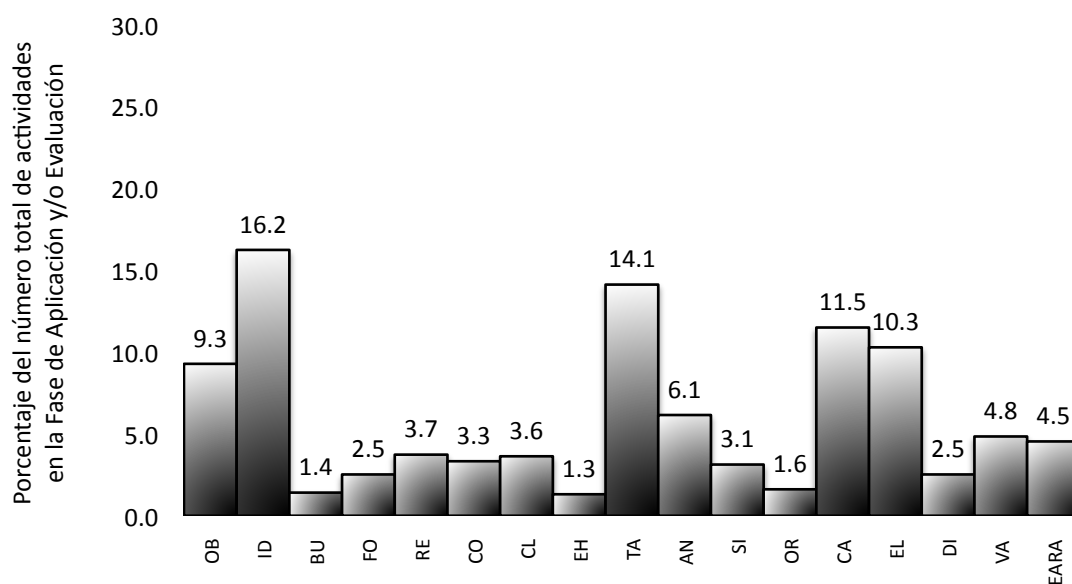


Figura 15. Frecuencia relativa (%) del número de actividades en las que se desarrolla cada competencia cognitiva sobre las actividades de la Fase de aplicación y/o evaluación

IV.2.4. Competencias cognitivas por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

Las tablas XIX, XX y XXI muestran las competencias cognitivas que se desarrollan por ciclo de Educación Primaria y por cada fase del ciclo de aprendizaje. Estas tres tablas indican que las competencias que se desarrolla en mayor número de actividades (frecuencia absoluta) es “identificar,...”. Las desviaciones típicas señalan que las actividades que propone el alumnado desarrolla un gran número de competencias cognitivas. De ellas, algunas se desarrollan en menor número de actividades, pero en líneas generales, entre los tres ciclos de Educación Primaria, las diferencias son menores a las que se producen entre las fases del ciclo de

aprendizaje. La evidencia que nos muestra esto es la desviación típica de los porcentajes. Oscilan entre un 3,5 y 5% entre los ciclos de Educación Primaria, y entre un 4,5 y 7,7 entre las cuatro fases del ciclo de aprendizaje.

La tabla XIX muestra que en las actividades planteadas para el primer ciclo. En la primera fase, las competencias que se desarrollan en más actividades son “observar,...”, “identificar,...” y “elaborar hipótesis”. Sin embargo la competencia “elaborar hipótesis” presenta la peculiaridad de que apenas se trabaja en la tercera y en la cuarta fase. Además se constata que además hay competencias como “analizar”, “relacionar,...” y “calcular,...” que se trabajan en todas las fases del ciclo de aprendizaje, incluso en mayor número de actividades que otras competencias. Por ejemplo principalmente la competencia “formalizar,...” se desarrolla en dos fases, “transferir,...” en una de las fases, “sintetizar” en una de las fases, “elaborar,...” en dos fases y “establecer analogías,...” en una fase (Etxabe Urbieto, Villarroel Villamor, Antón Baranda 2020e). También se trabajan en las otras fases, pero en menor número de actividades. Las desviaciones típicas entre el número de actividades para el primer ciclo oscilan entre 21 en las dos primeras fases a 14 y 15 en las dos últimas fases, lo que implica dispersión elevada de las competencias en todas las fases, en mayor número al inicio del ciclo de aprendizaje.

La tabla XX muestra que en las actividades planteadas para el segundo ciclo. Las competencias que más se desarrollan son “observar,...” e “identificar,...”. Sin embargo la competencia “identificar,...” se desarrolla en todas las fases pero “observar,...” en la fase de formalización en muy pocas actividades. Se desarrollan muchas competencias (“formalizar,...”, “relacionar,...”, “comparar,...”, “elaborar hipótesis”, “analizar”, “calcular,...”, “elaborar,...” y “establecer analogías,...”) pero hay otras competencias que apenas se desarrollan en todas las fases. Por ejemplo en este segundo ciclo “buscar” aparece prácticamente en tres fases, “clasificar” principalmente en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación y/o evaluación, “transferir,...” en la fase de aplicación y/o evaluación, “sintetizar” en las cuatro fases, “organizar,...” y “diseñar,...” en la fase de aplicación y “valorar,...” en la fase de exploración, introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación y/o evaluación. El resto de las competencias varía mucho de una

fase a otra fase. Para este segundo ciclo las desviaciones típicas del número de actividades oscilan entre 22,4 y 19,2 en la primera y tercera fase, y 16,4 y 15,6 en la segunda y cuarta fase.

Tabla XIX. *Número de actividades del primer ciclo en las que se desarrollan las competencias cognitivas en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje*

Competencia cognitiva	FE	FINPV	FFS	FAE
OB	41	52	26	33
ID	69	93	43	56
BU	2	10	6	3
FO	4	24	54	3
RE	15	21	8	10
CO	13	25	16	11
CL	3	16	11	16
EH	62	34	7	1
TA	2	9	8	36
AN	20	32	32	24
SI	6	5	15	3
OR	1	3	6	5
CA	16	24	23	36
EL	7	16	9	18
DI	0	7	3	4
VA	7	9	9	16
EARA	4	20	11	10

Los resultados que se muestran en la tabla XXI corresponden al tercer ciclo y presentan un resultado similar a los ciclos anteriores. Cabe subrayar que los resultados varían con los ciclos de aprendizaje. Presentan interés tanto las competencias que se desarrollan en un mayor número de actividades como aquellas que se desarrollan en un número inferior de actividades. Por ejemplo resultados interesantes corresponden a la competencia “buscar” que se desarrolla en la segunda y tercera fase o competencias como “relacionar,...” y “organizar,...” que se desarrollan en todas las fases. “Clasificar” es una competencia que aparece en mayor medida en la segunda o tercera fase, lo mismo que “transferir,...”, “diseñar o inventar” se encuentra en la segunda y cuarta fase, y “establecer analogías,...” se realiza además a lo largo del ciclo de aprendizaje (en menor número de actividades en la fase de exploración). Las desviaciones típicas de las competencias cognitivas son

similares al segundo ciclo. Oscilan entre 20,8 y 24,7 en la primera y tercera fase, y 16,3 y 17,1 en la segunda y cuarta fase.

Tabla XX. *Número de actividades del segundo ciclo en las que se desarrollan las competencias cognitivas en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje*

Competencia cognitiva	FE	FINPV	FFS	FAE
OB (“Observar,...”)	31	40	7	38
ID (“Identificar,...”)	62	72	34	51
BU (“Buscar”)	2	10	10	7
FO (“Formalizar,...”)	6	15	79	13
RE (“Relacionar,...”)	12	18	4	12
CO (“Comparar,...”)	11	18	6	15
CL (“Clasificar”)	4	10	4	10
EH (“Elaborar Hipótesis”)	82	32	5	10
TA (“Transferir,...”)	3	12	15	50
AN (“Analizar,...”)	17	27	32	22
SI (“Sintetizar,...”)	6	16	10	15
OR (“Organizar,...”)	3	3	2	7
CA (“Calcular,...”)	17	19	24	42
EL (“Elaborar,...”)	5	24	25	37
DI (“Diseñar,...”)	0	4	3	7
VA (“Valorar,...”)	10	10	3	16
EARA (“Establecer analogías,...”)	10	14	12	12

Tabla XXI. *Número de actividades del tercer ciclo en las que se desarrollan las competencias cognitivas en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje*

Competencia cognitiva	FE	FINPV	FFS	FAE
OB (“Observar,...”)	17	52	12	21
ID (“Identificar,...”)	54	65	57	54
BU (“Buscar”)	1	23	10	4
FO (“Formalizar,...”)	8	31	100	9
RE (“Relacionar,...”)	15	28	15	15
CO (“Comparar,...”)	13	23	19	7
CL (“Clasificar”)	5	5	9	10
EH (“Elaborar Hipótesis”)	81	21	5	2
TA (“Transferir,...”)	1	9	19	54
AN (“Analizar,...”)	19	41	54	15
SI (“Sintetizar,...”)	16	10	36	13
OR (“Organizar,...”)	2	4	5	4
CA (“Calcular,...”)	10	28	22	36
EL (“Elaborar,...”)	5	23	25	47
DI (“Diseñar,...”)	4	11	5	14
VA (“Valorar,...”)	14	18	13	16
EARA (“Establecer analogías,...”)	5	27	25	23

En síntesis, los resultados muestran que se desarrollan diferentes competencias cognitivas, en menor medida a lo largo de los diferentes ciclos, y en mayor medida en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje. Las desviaciones típicas son diferentes pero las representaciones gráficas son diferentes. Hay similitudes entre el segundo y tercer ciclo, y la forma de la figura es ligeramente diferente en el primer ciclo. Las competencias se desarrollan de modo diferente a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje.

Constatadas las diferentes características de cada ciclo y de cada fase, en el siguiente apartado se analizará cada competencia cognitiva y se discutirán detalladamente sus resultados (Etxabe Urbietta, Villarroel Villamor, Antón Baranda 2020e).

IV.2.5. Análisis para cada competencia cognitiva por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

IV.2.5.A. “Observar, medir, recoger, registrar, construir”

La figura 16 representa la frecuencia relativa del número de actividades para la competencia “observar, medir, recoger, registrar, construir” a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria y en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje. Se constata que la mayor parte de las actividades corresponde al primer ciclo (41,1%) frente a los otros dos ciclos (31,4% y 26,5%), y a la fase de introducción de nuevos puntos de vista (39% de las actividades) en los tres ciclos de Educación Primaria. Decrece en la fase de exploración y en la fase de formalización o síntesis desde el primer ciclo hasta el tercer ciclo. La fase de introducción de nuevos puntos de vista presenta una tendencia decreciente hasta el segundo ciclo y creciente de este ciclo al tercer ciclo. Sin embargo para la fase de aplicación y/o evaluación, la tendencia es creciente para el segundo ciclo y decreciente del segundo al tercer ciclo. En esta fase se emplea en menos número de actividades para finalizar los ciclos de aprendizaje.

Al tratarse una competencia de adquisición activa de información a partir de los órganos sensoriales, realizado de forma directa por el alumnado, éstos proponen un mayor número de actividades para el primer y segundo ciclo. Son actividades

dinámicas, que se realizan a través de la interpretación de los elementos del medio físico y natural. El alumnado del grado plantea esta adquisición de información, sobre elementos concretos y, posiblemente de gran concreción y más simples que otras competencias, apropiadas para los tres ciclos, y en particular para el primer ciclo de Educación Primaria. De igual modo se propone principalmente para evolucionar las ideas hacia los conceptos científicos.

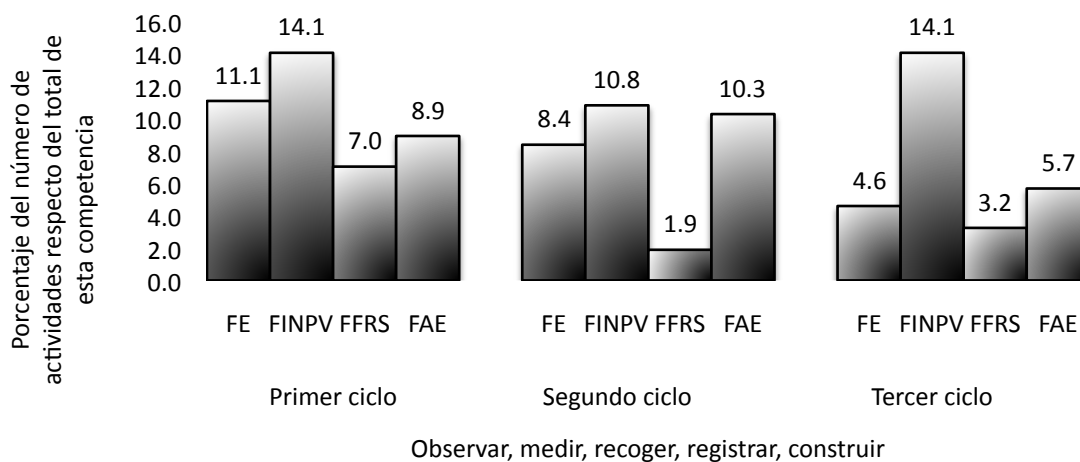


Figura 16. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Observar, medir, recoger, registrar, construir” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

Esta competencia se desarrolla un primer estadio para contrastar sus ideas o realizar el conflicto cognitivo, por ello se plantea en mayor número de actividades en los ciclos y fases señaladas con anterioridad. Su utilización en la fase de formalización o síntesis es inferior a las otras fases, lo que señala su mayor uso en actividades para iniciar el aprendizaje significativo (Etxabe Urbieta, Villarroel Villamor, Antón Baranda 2020e).

IV.2.5.B. “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”

Se trata de una competencia ligada a uno o varios objetos, con una dificultad cognitiva ligeramente superior a la anterior competencia. Se desarrolla de forma bastante equilibrada en los tres ciclos, si bien su número decrece con el ciclo de Educación Primaria (36,8% de las actividades corresponden al primer ciclo, 30,8% al segundo ciclo y 32,4% al tercer ciclo). Se trata de una competencia que pretende interiorizar criterios, rasgos o características de elementos para asignar una etiqueta, con lo que se puede entender como un paso siguiente a la observación. El decrecimiento del número del primer ciclo respecto al tercer ciclo es inferior a la competencia “observar,…”

Persigue que el alumnado interiorice, para iniciar la abstracción de los contenidos científicos. Comparando con la competencia anterior, el número de las actividades en la fase de exploración (26%) es inferior a la fase de introducción de nuevos puntos de vista (31,4%), pero superior a las otras fases (18,9% y 22,7%). Se utiliza en un mayor número de actividades para evolucionar las ideas y para aplicar o evaluar.

En el tercer ciclo el número de las actividades es similar en las cuatro fases, lo que implica que, además de desarrollarse en multitud de actividades, se emplea con objetivos diversos y en momentos diferentes. Proporcionalmente su utilización decrece del primer al tercer ciclo al inicio del ciclo de aprendizaje, y crece al final en las fases de FF y FAE. Se propone para nombrar y para activar el aprendizaje. Se realiza el reconocimiento de las características esenciales y no esenciales, son más concretos en el primer ciclo, y progresivamente más abstractos hasta el tercer ciclo. La profundización y diferenciación conceptual se incrementa del primer al tercer ciclo. Son elevadas las frecuencias absolutas, las actividades prácticas son más numerosas al inicio, y formalización es superior en el tercer ciclo.

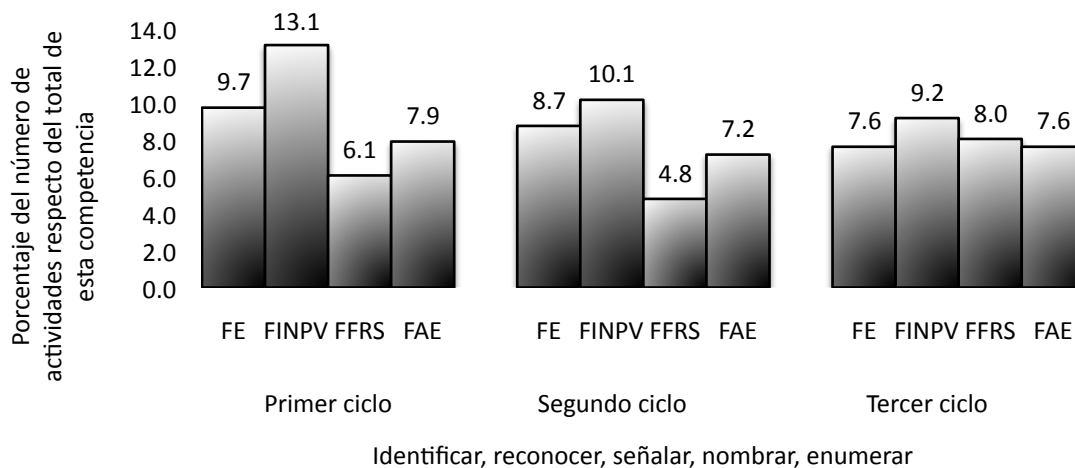


Figura 17. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.C. “Buscar”

La figura 18 muestra su utilización. Se emplea en mayor número de actividades en el tercer ciclo (43,1%), a continuación en el segundo ciclo (33,1%) y en menor medida en el primer ciclo (23,9%). Pretende encontrar las relaciones significativas con otros hechos datos o conceptos, y además implica la lectura de textos. Supone por una parte, diseñar actividades para introducir ideas, y además complejidad cognitiva. Se pretende hallar significados a través de fuentes de información, lo que implica dominio de las competencias comunicativas. Es coherente con las evidencias obtenidas para las actividades de los ciclos de Educación Primaria, y para las fases del ciclo de aprendizaje. Supone diferenciar ideas y conceptos, y utilizar conocimientos, lo que es coherente con una mayor utilización de la FINPV (48,9%) y posteriores (29,6% en FFS y 15,9% en la FAE).

Se usa sólo un 5,7% para explorar los conocimientos previos, lo que significa que el alumnado plantea actividades para encontrar las nuevas ideas. Se emplea en la FINPV y FFS, y en el tercer ciclo. Al encontrar se deben identificar las posibles regularidades o diferencias para introducir las ideas, formalizar y en menor medida para aplicar. Por tanto más que a la detección implica encontrar, relacionar y comprender nuevas ideas.

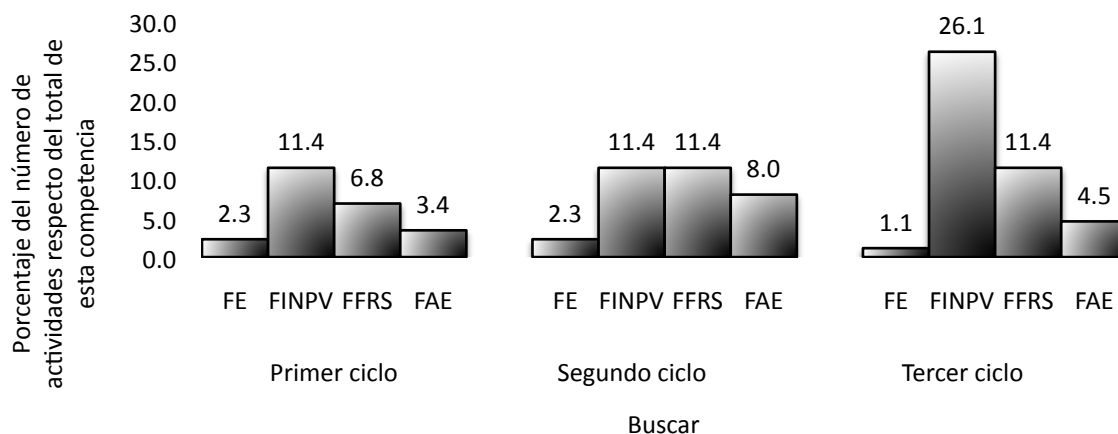


Figura 18. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Buscar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.D. “Formalizar, teorizar”

La figura 19 muestra la frecuencia relativa del número de actividades respecto al total de esta competencia, así podemos comparar su utilización tanto en los tres ciclos de Educación Primaria como en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje. No se constatan excesivas diferencias entre los tres ciclos de Educación Primaria (la forma de las representaciones son prácticamente idénticas), si bien la tendencia de su utilización es creciente desde el primer ciclo (24,6%), al segundo ciclo (32,6%) y al tercer ciclo (42,8%). Cognitivamente supone comprender, interiorizar ideas y para ello proponer relaciones significativas, Necesitar capacidad de pensamiento abstracto. Es coherente con su mayor utilización en el tercer ciclo.

Es una competencia necesaria para realizar aprendizajes de conceptos y se debe desarrollar todas las fases del ciclo de aprendizaje. Supone realizar relaciones mentales con datos e ideas, lo que implica comprensión, explicación y reestructuración. Expresa coherencia con la mayor abstracción y es coherente con su uso para reestructurar, sintetizar y formalizar en el ciclo de aprendizaje (67,3% para esta tercera fase).

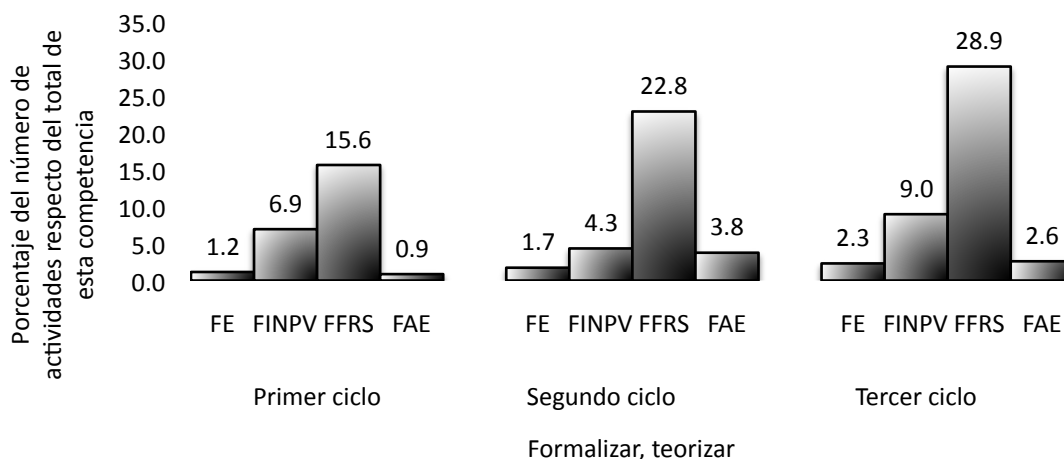


Figura 19. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Formalizar, teorizar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

Se emplea también para introducir ideas (20,2%), pero habida cuenta de que ya se ha realizado la reestructuración de ideas, se emplea sólo un 7,3% para la aplicación. En la primera fase se puede emplear para presentar, planificar, señalar objetivos o dar una información motivadora. Se utiliza sólo en un 5,2%, y se constata una tendencia creciente en la utilización del primer (1,2%) al tercer ciclo (2,3%), lo que indica abstracción.

IV.2.5.E. “Relacionar, asociar”

La figura 20 muestra la frecuencia relativa del número de actividades respecto al total de esta competencia. Se constatan diferencias en los tres ciclos de Educación Primaria aunque la forma de las representaciones gráficas es parecida. Se emplea un 31,2% en el primer ciclo, (26,5 % en el segundo ciclo y 42,3% en el tercer ciclo. Se emplea en un mayor número de actividades en el tercer ciclo, lo que indica establecer atención con ideas abstractas (tercer ciclo), y con elementos o ideas concretas (primer ciclo).

Esta competencia posee tres pasos. En primer lugar se solicita establecer la atención sobre diferentes elementos, en segundo lugar se reconocen sus características, y en tercer lugar se establecen sus relaciones. La atención se produce

tanto a partir de elementos del entorno, o de igual modo la similitud se establece entre ideas abstractas, Están de acuerdo con los resultados obtenidos.

Esta competencia supone carácter dinámico y es la base del aprendizaje significativo. Se emplea como punto de partida (conocimientos propuestos por el alumnado), y además para cotejarlos sus características con otros elementos del entorno o con otras ideas de mayor abstracción. Así se interpreta que la mayor parte de las actividades estén ubicadas en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (37,8 % de actividades), frente al 24,3% de la fase de exploración, 15,6% en la fase de formalización o síntesis y del 21,4% de la fase de aplicación y/o evaluación. Estas relaciones se establecen en la introducción de nuevas ideas, entre elementos concretos o relaciones entre entidades simbólicas.

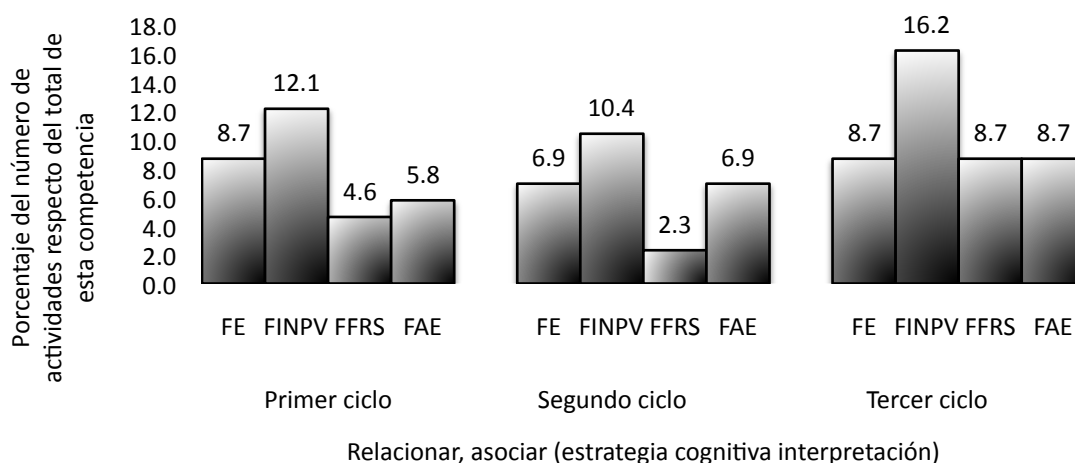


Figura 20. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Relacionar, asociar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

Finalmente señalar que además los resultados son coherentes con su carácter dinámico y con la necesidad de emplear hechos, características y conceptos, lo que indica que se emplea en un mayor número de actividades en el tercer ciclo de Educación Primaria.

IV.2.5.F. “Comparar, diferenciar, distinguir”

La figura 21 muestra la frecuencia relativa del número de actividades respecto al total de la competencia “comparar, diferenciar o distinguir”. No se constatan diferencias en los tres ciclos de Educación Primaria ya que la forma de las representaciones es parecida. La tendencia de su utilización es decreciente desde el primer ciclo (36,6%), hasta el segundo ciclo (28,3 %) y creciente al tercer ciclo (35%) de Educación Primaria. Por tanto al igual que ocurre en la competencia anterior, no se constata una tendencia definida entre el número de actividades de los tres ciclos de Educación Primaria. La razón se encuentra en que se pueden reconocer las diferencias entre elementos del medio o entre conceptos. Por ejemplo en el primer ciclo se parte de las características observables y perceptivas. Sin embargo para comparar conceptos o leyes construidos por el ser humano, es coherente su utilización en el tercer curso de Educación Primaria.

Por otra parte los porcentajes que se han obtenido para las fases del ciclo de aprendizaje han sido 20,8% para la fase de exploración, 37,3% para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 23,1% para la fase de formalización o síntesis y 18,7% para la fase de aplicación y/o evaluación. Se constata que la mayor parte de las actividades se propone para establecer diferencias y con ello diferenciar significados para favorecer la evolución de nuevas ideas. Comparar implica partir de la observación, o de comprensión de ideas. Para ello se puede partir de las propuestas del alumnado, pero la base de estas actividades implica basarse en elementos o ideas existentes. Es coherente con presentar mayor número de actividades en el tercer ciclo para comparar ideas abstractas o conceptuales. Igualmente se emplea con propuestas del alumnado (similar en los tres ciclos), para formalizar o reestructurar (primer y tercer ciclo), y para aplicar (segundo ciclo). Puede significar un carácter más de tipo observacional en los dos primeros ciclos, o basarse en ideas más abstractas en el tercer ciclo.

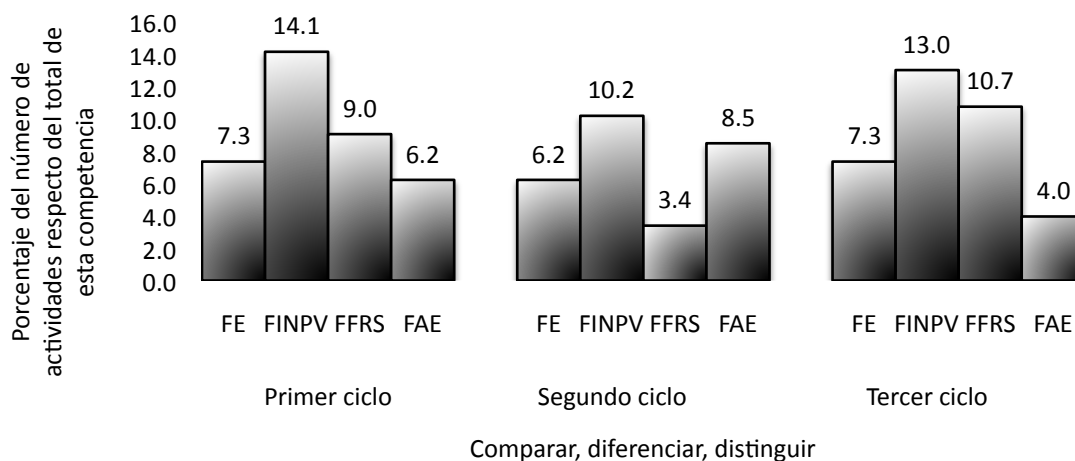


Figura 21. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Comparar, diferenciar, distinguir” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.G. “Clasificar”

La figura 22 muestra la frecuencia relativa del número de actividades respecto al total de la competencia “clasificar”. La forma de la figura es similar entre el primer y segundo ciclo, y la tendencia de su utilización es decreciente desde el primer ciclo (44,6%), y segundo ciclo (27,2%), hasta el tercer ciclo (28,2 %). Este hecho supone que esta competencia es dinámica y que se emplea en base a aspectos observacionales de elementos del medio.

Esta competencia implica acción para organizar o situar unos objetos o unas ideas, utilizar criterios y generar subconjuntos. Se puede realizar con características observables y perceptivas, (44,6% en el primer ciclo), y en menor número de actividades con ideas más abstractas (27,2% y 28,2% en el segundo y tercer ciclo).

Está ligado a la síntesis de las características de los objetos o ideas. La síntesis es una actividad compleja y más habitual en el tercer ciclo (figura 26). Debido a esto se entiende la tendencia contraria entre la fase de introducción de nuevos puntos de vista y la fase de formalización entre los dos primeros ciclos y el tercer ciclo. La introducción de nuevas ideas decrece y se incrementa la formalización.

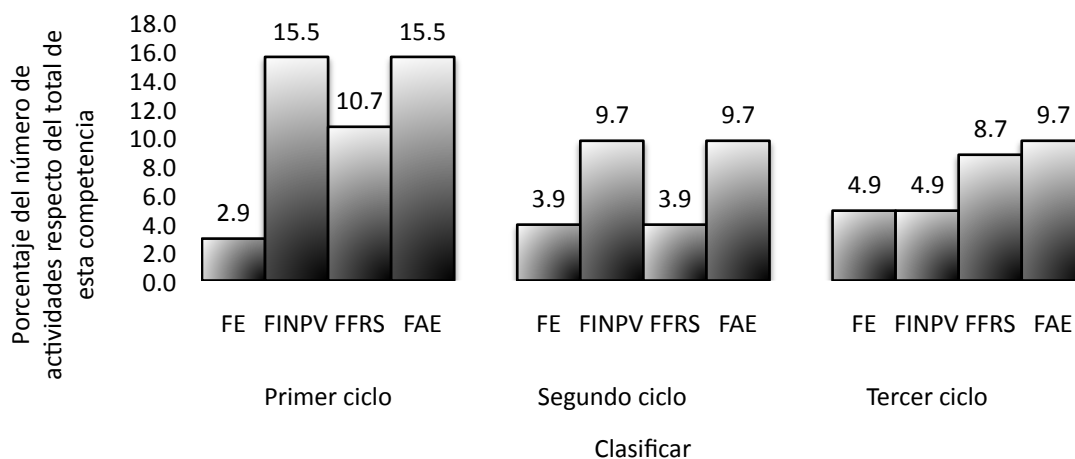


Figura 22. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Clasificar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

Si nos atenemos al número de actividades en cada una de las fases se constata que para la fase de exploración constituye el 19,7%, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista 30,1%, para la fase de formalización o síntesis 23,3% y para la fase de aplicación y/o evaluación 34,9%. Se emplea en menor medida para que el alumnado realice propuestas, y se emplea para introducir nuevas ideas, y para aplicar los nuevos aprendizajes. Indica complejidad, si bien de igual modo presenta aspectos de menor o mayor abstracción.

Por tanto el carácter sintético, dinámico y complejo supone su empleo para evolucionar sus ideas y llegar a nuevas ideas. Del mismo modo implica aplicar aprendizajes sobre ideas formalizadas, así a través de la clasificación comprobar la realización de los aprendizajes. Es posterior a la observación, identificación y comparación de objetos o ideas, necesita sintetizar, y se basa en aspectos concretos de elementos o de ideas más abstractas.

IV.2.5.H. Elaborar hipótesis

La figura 23 muestra el porcentaje del número de actividades respecto al total de la competencia “elaborar hipótesis”. Se constatan básicamente similitudes en la forma de la figura obtenida para los tres ciclos, pero la tendencia de su utilización en

las actividades es creciente desde el primer ciclo (30,3%), al segundo ciclo (38,8%), y decreciente hacia el tercer ciclo (31,9%).

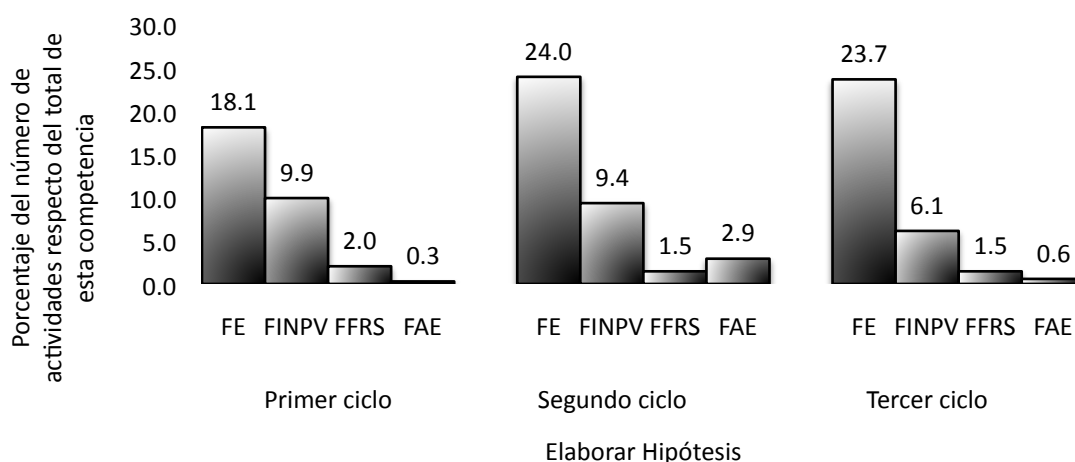


Figura 23. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Elaborar Hipótesis” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

Al tratarse de una competencia ligada a la acción de proponer o formular posibles respuestas o relaciones sobre situaciones problemáticas, el punto de partida son las ideas del alumnado. Estas pueden estar ligadas a características observables y perceptivas (primer ciclo), o bien a otras ideas transmitidas desde el punto de vista social (tercer ciclo). En el segundo ciclo confluyen ambas circunstancias y se produce un incremento en el número de actividades para desarrollar esta competencia (38,8%).

Al tratarse de una actividad cuyo objetivo es buscar una respuesta coherente al problema planteado, se basa en utilizar conocimientos previos. Así se plantean más actividades en la fase de exploración (65,8%) y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (25,4%). En menor medida se proponen actividades para la fase de formalización o síntesis (5%) y en la fase de aplicación y/o evaluación (3,8%). Se busca detectar conocimientos previos, provocar conflictos cognitivos y buscar la evolución de estas ideas. No poseen tanta relación con la reestructuración de nuevas ideas o la aplicación de éstas.

Por tanto los resultados obtenidos son coherentes en base a las características de la fase de exploración (proponer una respuesta coherente en base a los conocimientos previos) y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (partir de situaciones problemáticas para tratar de generar inquietudes o necesidades de nuevos conceptos).

IV.2.5.1. “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”

La figura 24 muestra el porcentaje del número de actividades respecto al total de la competencia “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es muy similar con una tendencia creciente desde el primer ciclo (25,2%), al segundo ciclo (36,7%), y hacia el tercer ciclo (38,1%).

Al tratarse de una competencia ligada a la acción y el efecto de poner, emplear, ejecutar o atribuir una idea o un conocimiento sobre otro, necesitan utilizar abstracciones formalizadas anteriormente en otras situaciones para aplicarlas a otras. Para ello hay que utilizar ideas generales, principios, ideas y teorías, reglas ligadas a procedimientos o métodos, para reflejarlos sobre otras ideas. Por ello las evidencias están de acuerdo con la propuesta de un número de actividades superior para el tercer ciclo. Asimismo la tendencia es creciente del primer ciclo al tercer ciclo. Principalmente se emplean ideas formalizadas, más abstractas, para utilizarlas en situaciones nuevas. De igual modo se trata de una competencia compleja, en coherencia con un mayor número de actividades en el tercer ciclo de Educación Primaria.

Se trata de una habilidad cognitiva para aplicar en diferentes contextos nuevas ideas. Se realizan acciones como predicciones, inferencias, deducciones o demostraciones, y supone complejidad. Así, se han obtenido frecuencias absolutas más elevadas para la fase de aplicación y/o evaluación (64,2%) que es la fase de mayor complejidad. Para la fase de formalización o síntesis se ha propuesto 19,3% de actividades, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista 13,7% y para la fase de exploración 2,8%.

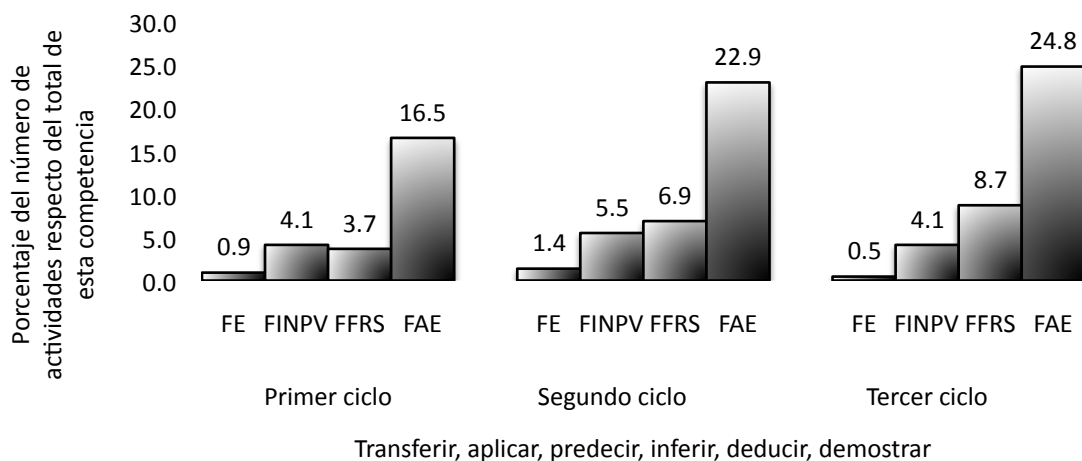


Figura 24. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.J. “Analizar”

La figura 25 muestra la frecuencia relativa del número de actividades respecto al total de la competencia “analizar”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es parecida con una tendencia ligeramente decreciente del primer al segundo ciclo y creciente desde el segundo ciclo al tercer ciclo. Las frecuencias relativas son par el primer ciclo 32,4%, para el segundo ciclo 29,4%, y para el tercer ciclo 38,5%. Son similares, lo que implica realizar la descomposición de una situación problemática desde una perspectiva concreta o abstracta, simple o compleja. De todos modos la tendencia señala una cierta complejidad de la tarea.

Descomponer el problema en sus elementos constituyentes, para descubrir sus relaciones implica establecer una jerarquía. Esto está ligado básicamente con la introducción de nuevas ideas y con su reestructuración. Más que propuestas del alumnado o aplicaciones, busca sus elementos constituyentes, y supone significatividad entre las ideas. Se manifiesta en las fases del ciclo de aprendizaje. Para la fase de exploración han propuesto el 16,8%, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista el 29,9%, para la fase de formalización o síntesis el 35,3% y para la fase de aplicación y/o evaluación el 18,3%. Implica abstracción y cierta complejidad. Se refleja en un menor número de actividades para la fase de mientras

que el mayor número de actividades corresponden a la fase de introducción de nuevos puntos de vista y para la fase de formalización y/o síntesis. Probablemente se plantee a continuación otra actividad para relacionar los elementos obtenidos en la descomposición.

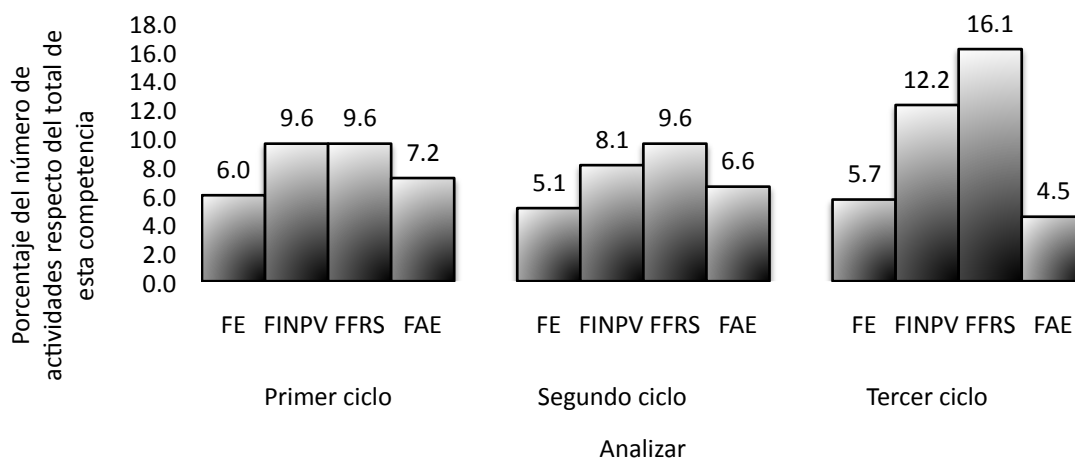


Figura 25. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Analizar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.K. “Sintetizar”

La figura 26 muestra la frecuencia relativa del número de actividades respecto al total de la competencia “sintetizar”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es parecida con una tendencia creciente del primer (19,2%) al tercer ciclo (30,9% y 49,8% en el segundo y tercer ciclo).

Se parte de fragmentos, partes o elementos, para organizarlos, ordenarlos y combinarlos para elaborar un esquema o resumen. Es abstracta, ya que supone comprensión y selección de ideas, y puede realizarse con aspectos más simples y complejos. La tendencia creciente del primer al tercer ciclo se explica en base al incremento de complejidad

Ordenar y combinar de modo jerárquico implica abstracción, que se refleja en el ciclo de aprendizaje. De un 18,6% para los conocimientos previos de la FE, a un 20,6% para introducir nuevas ideas, 40,3% para estructurar y formalizar, y 20,5% para aplicar en nuevos contextos. Estos datos son coherentes con las características de las

fases y de la competencia cognitiva. Sobre todo supone abstracción, y utilizarlo para introducir, formalizar o aplicar nuevas ideas. Supone construir ideas, estructurar conocimientos con la unión de elementos y partes, para formar un todo o elaborar un concepto. Está ligado a la clasificación, que igualmente es esquemático, pero a diferencia de esta competencia el alumnado no lo utiliza en tantas actividades al final del ciclo de aprendizaje. Es posible que el alumnado del grado en Educación Primaria no sea consciente de la complejidad y dificultad de esta competencia, ya que es de esperar un mayor uso al final del ciclo de aprendizaje.

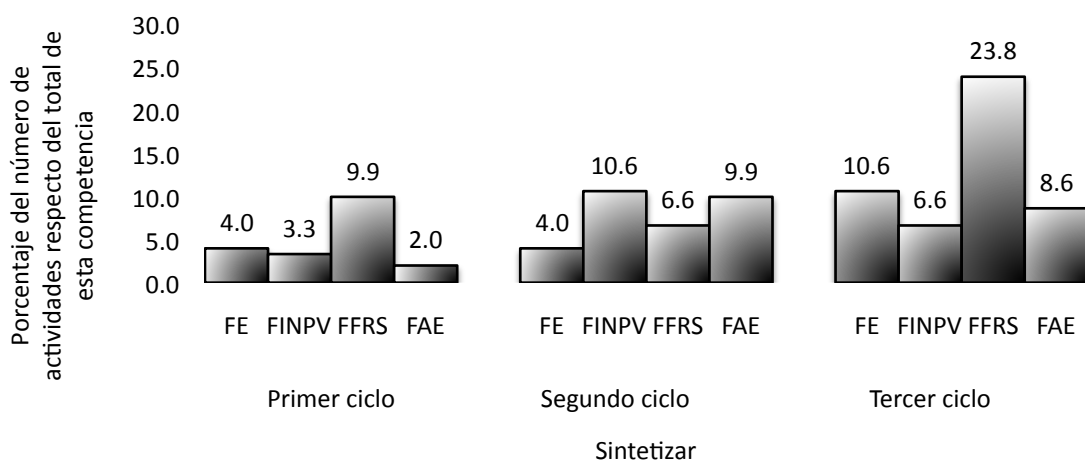


Figura 26. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Sintetizar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje

IV.2.5.L. “Organizar, estructurar, seriar, ordenar”

La figura 27 muestra la frecuencia relativa del número de actividades respecto al total de la competencia “organizar, estructurar, seriar, ordenar”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es parecida en el primer y tercer ciclo y diferente en el segundo ciclo de Educación Primaria. Cuantitativamente las frecuencias relativas son muy similares, en el primer ciclo 33,3%, en el segundo ciclo 33,4%, y en el tercer ciclo 33,3%.

El alumnado del grado en Educación Primaria no destina muchas actividades para desarrollar esta competencia. Es posible que no sea tan habitual o tan conocido como otras competencias cognitivas. Es dinámico ya que se actúa sobre elementos o

relaciones y sobre su disposición. No parece que identifiquen el medio natural con esta competencia, ya que establecer relaciones externas o internas sobre la estructura conceptual, no es habitual en los libros escolares. Se puede plantear en cualquier ciclo de Educación Primaria, sobre aspectos más simples o más complejos.

A priori, integrar la descripción de características, y ubicar todo tipo de elementos o relaciones está ligado a ideas de más bajo o más elevado nivel de abstracción. Los resultados ciclo a ciclo son coherentes con esta idea.

Sin embargo, la frecuencia relativa de las fases del ciclo de aprendizaje es diferente. Para la fase de exploración es de un 13,3%, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista es de un 22,3%, para la fase de formalización o síntesis es de un 28,8% y para la fase de aplicación y/o evaluación es de un 35,6%. El alumnado del grado en Educación Primaria considera una competencia compleja, no se desarrolla en muchas actividades de las secuencias didácticas, pero su utilización crece conforme avanzan las fases del ciclo de aprendizaje en el primer y tercer ciclo. La diferencia con el segundo ciclo puede estar en el reducido número de actividades, y en los temas en los que han desarrollado esta competencia (“aparato respiratorio”, “aparato digestivo”, “sistema solar”, “electricidad”, “leche”, “percepción de la luz”, “fuerza y movimiento”, “máquinas y aparatos” y “el agua en la Ciudad”). No es fácil extraer consecuencias ya que encontramos temas diversos, ligados al ámbito de las actitudes, procedimientos y conceptos. En un estudio preliminar no se obtuvo ninguna conclusión relevante sobre esta variable.

Se trata de una competencia compleja, ligada a una serie lineal o cíclica, se realizan subconjuntos en base a las características, se ordenan y se sitúan. Intervienen elementos más abstractos (ideas formales) u objetos o fenómenos del medio. Debido a ello no se hayan obtenido diferencias en los ciclos, pero su complejidad se ha manifestado en el mayor uso en la fase de formalización y en la fase de aplicación y/o evaluación.

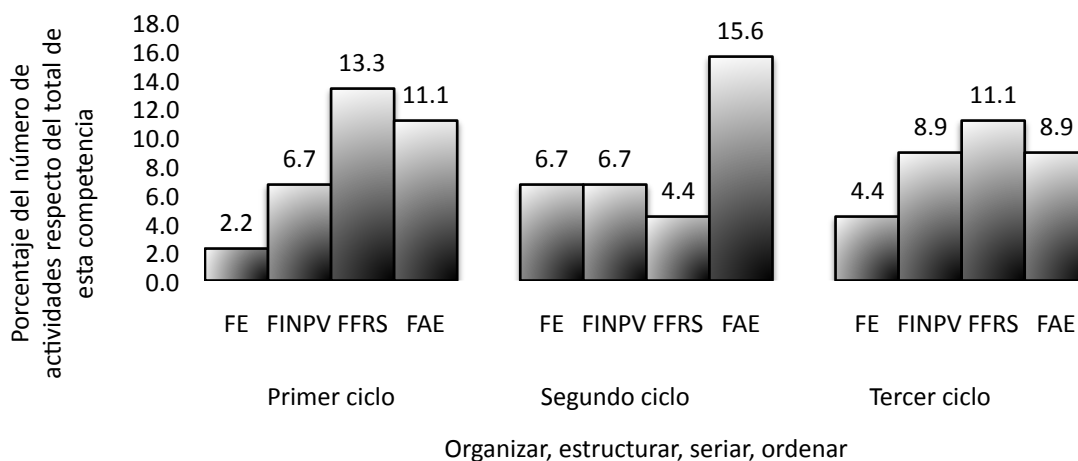


Figura 27. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Organizar, estructurar, seriar, ordenar” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.M. “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”

La figura 28 muestra el porcentaje del número de actividades respecto al total de la competencia “calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es parecida aunque en el segundo ciclo es ligeramente diferente. Cuantitativamente se desarrolla de modo similar (primer ciclo 33,3%, segundo ciclo 34,3%, y tercer ciclo 32,3%), es decir los porcentajes sobre el número total de actividades son prácticamente idénticos.

Hace referencia a acciones diferentes, al empleo de conocimientos, a su comprensión, creatividad, procesos y productos para llegar a resultados. Se puede llegar a través de la resolución de un problema, completando esquemas, realizando dibujos o escribiendo textos. Esta diversidad implica que se encuentren actividades para poder ser planteadas en cualquiera de los ciclos.

Los resultados obtenidos muestran la complejidad de las acciones, ya que supone que la mayor parte de las actividades se ubican al final del ciclo de aprendizaje. Del total de actividades de esta competencia, el 14,5% están en la fase de exploración, 23,9% en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 23,2% en la fase de formalización o síntesis y 38,3% en la fase de aplicación y/o evaluación.

Se pueden realizar en la vida cotidiana, están ligadas con fenómenos, con ideas, hay que emplear de modo intenso el pensamiento y se formalizan operaciones más bien complejas. Por ejemplo para prever, estructurar, conjeturar, estimar, proyectar y completar, se proponen actividades en las cuatro fases, principalmente en la fase de aplicación. Se trata de una competencia compleja que se utiliza en mayor medida en la fase de aplicación y/o evaluación, para cerrar el ciclo de aprendizaje.

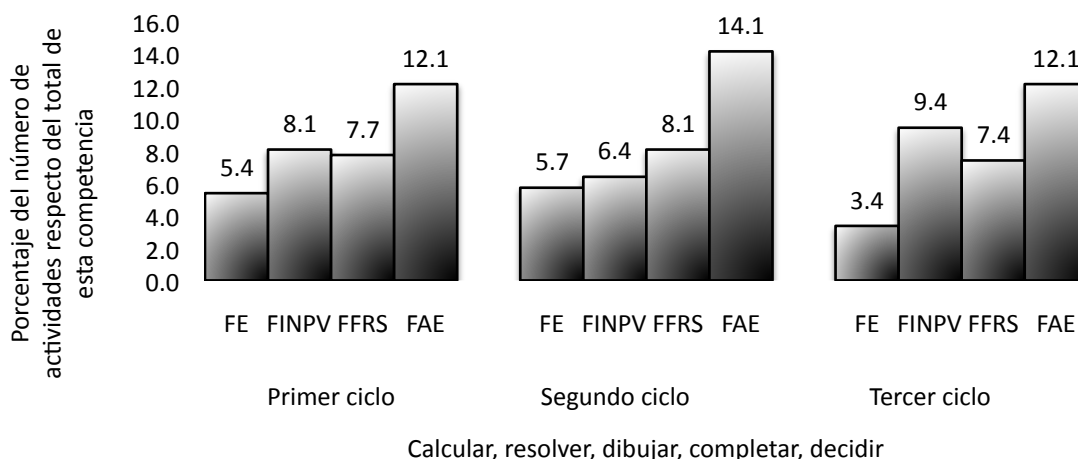


Figura 28. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir” desglosados por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.N. “Elaborar, jerarquizar, seleccionar”

La figura 29 muestra el porcentaje del número de actividades respecto al total de la competencia “elaborar, jerarquizar, seleccionar”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es parecida, si bien en el primer ciclo es ligeramente diferente. Las frecuencias relativas indican que se desarrolla de forma muy diferente en los tres ciclos de Educación Primaria (primer ciclo 20,7%, segundo ciclo 37,9%, y tercer ciclo 41,5%).

La explicación se encuentra en las características de esta competencia. Supone ordenar y estructurar para llegar a una solución o a un producto. Es un proceso complejo que se puede realizar en cualquiera de los ciclos. Utilización de información sensorial o ideas más abstractas, para llegar a la solución a través de procesos cognitivos. Esta complejidad implica que las actividades corresponden en mayor

medida al segundo y tercer ciclo, y a la fase aplicación/evaluación. Se trata de una competencia que es una tarea ardua, continua, compleja y dinámica que integra conceptos, de actitudes y de procedimientos. Se emplea para introducir conceptos, reestructurar y aplicar. No se ha empleado para proponer ideas.

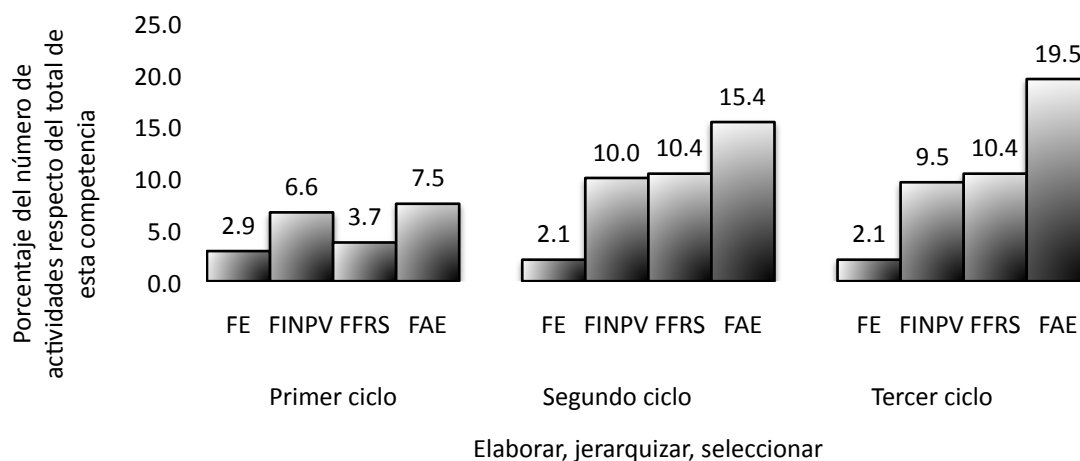


Figura 29. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Elaborar, jerarquizar, seleccionar” desglosadas por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.O. “Diseñar, inventar”

La figura 30 muestra el porcentaje del número de actividades respecto al total de la competencia “diseñar, inventar”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es diferente. Cuantitativamente se propone un 22,6% de las actividades para el primer ciclo, 22,6% para el segundo ciclo, y 57,9% para el tercer ciclo. El primer y segundo ciclo presentan frecuencias relativas similares pero la forma es diferente. Para el tercer ciclo se han propuesto más actividades, y además, en el segundo y tercer ciclo se proponen más actividades para la fase de aplicación y evaluación. Estos resultados señalan la complejidad de la competencia. La razón estriba en la búsqueda de soluciones, está ligado al razonamiento de las personas, los procesos de estructuración, desarrollo y generación de dibujos, textos o esquemas ordenados y a la creación de los procedimientos a seguir.

Han propuesto un 6,5% para la fase de exploración, 35,5% para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 17,7% de la fase de formalización o

estructuración y 40,4% de la fase de aplicación y/o evaluación. Implica carácter dinámico y complejo. Ello se debe a las actividades que se solicitan al alumnado, respuesta a lo desconocido, a la necesidad de plasmarlo de forma verbal o escrita, en diferentes momentos y asociado a la creatividad. No son propuestas que tiene el alumnado, sino más bien generar nuevas ideas o aplicar las ideas formalizadas. Implica una cierta abstracción, ordenación, integración de conocimientos o transformación, lo que supone mayor complejidad que abstracción. Ello implica que es una tarea compleja y dinámica.

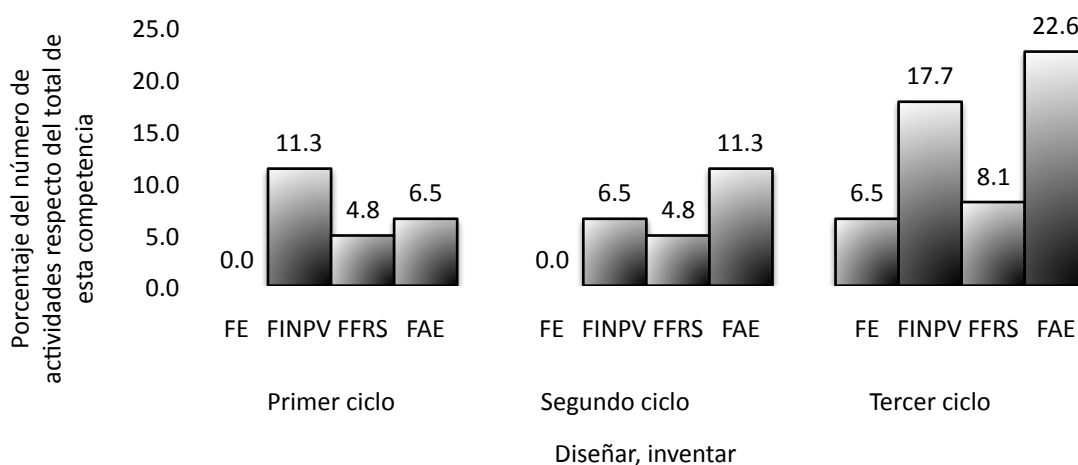


Figura 30. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Diseñar, inventar” desglosadas por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.P. “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”

La figura 31 muestra el porcentaje del número de actividades respecto al total de la competencia “valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es ligeramente diferente. Cuantitativamente el número de actividades es similar en el primer y segundo ciclo, y muy superior en el tercer ciclo (29,1% en el primer ciclo, 27,6% en el segundo ciclo, y 43,2% en el tercer ciclo). Implica complejidad cuyas evidencias se manifiestan en el número de actividades del tercer ciclo. Se debe a que se emplea el análisis, la síntesis o estructuración para reflexionar, evaluar o emitir juicios de valor. Se desarrollan previamente otras competencias, y su empleo en el primer ciclo puede deberse al ámbito actitudinal.

En las frecuencias relativas de la figura 30, se constata su complejidad, ya que el alumnado utiliza en las actividades de la fase de mayor complejidad (fase de aplicación y/o evaluación). No es fácil adoptar o consensuar acuerdos entre varias posturas en base a criterios externos o internos. Son acciones dinámicas que se emplean en diferentes fases, principalmente en la fase de aplicación y/o evaluación (33,9%). También se emplean en la fase de formalización o reestructuración (17,7%), fase de exploración (22%) y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (26,3%). Se trata de una actividad que, se emplea para finalizar, movilizar los contenidos o para pensar sobre aspectos de diferentes temas y proponer sus puntos de vista iniciales, para introducir conceptos, para formalizar y, básicamente para aplicar.

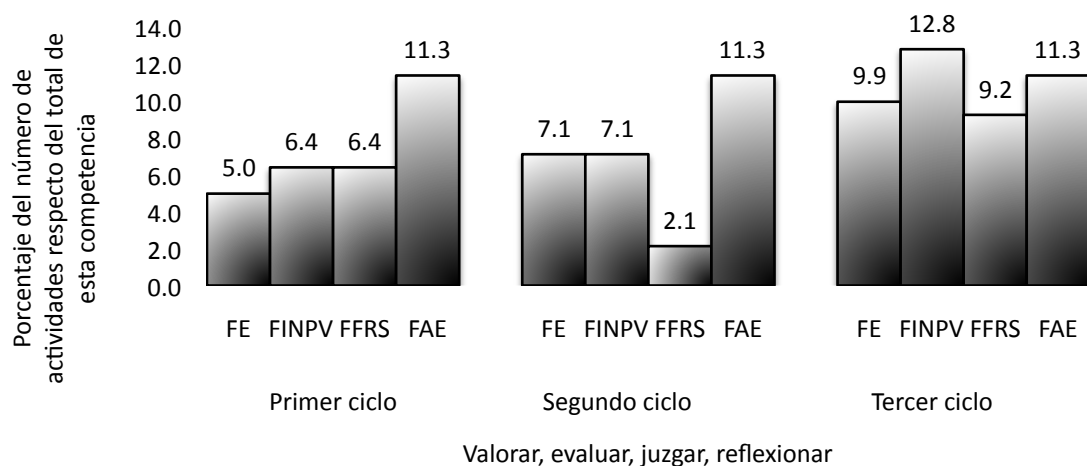


Figura 31. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar” desglosadas por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

IV.2.5.Q. “Establecer analogías, razonamiento analógico, ajustar modelos”

La figura 32 muestra el porcentaje del número de actividades respecto al total de la competencia “Establecer analogías, razonamiento analógico, ajustar modelos”. La forma de la figura obtenida para los tres ciclos es similar. Cuantitativamente la tendencia es creciente desde el primer ciclo hasta el tercer ciclo (26,1% en el primer ciclo, 27,7% en el segundo ciclo, y 46,3% en el tercer ciclo). Desarrollar esta competencia presenta complejidad, y por ello la mayor parte de las actividades se

propone para el tercer ciclo. La justificación de estos resultados estriba en la relación de las características con otros elementos por poseer similitudes entre elementos del medio físico y natural o entre ideas abstractas, y tomar adoptar modelos conocidos para ajustar y comprender nuevos modelos. Se transforman los modelos existentes para tratar de explicar las nuevas ideas, y por ello se emplea principalmente en el tercer ciclo.

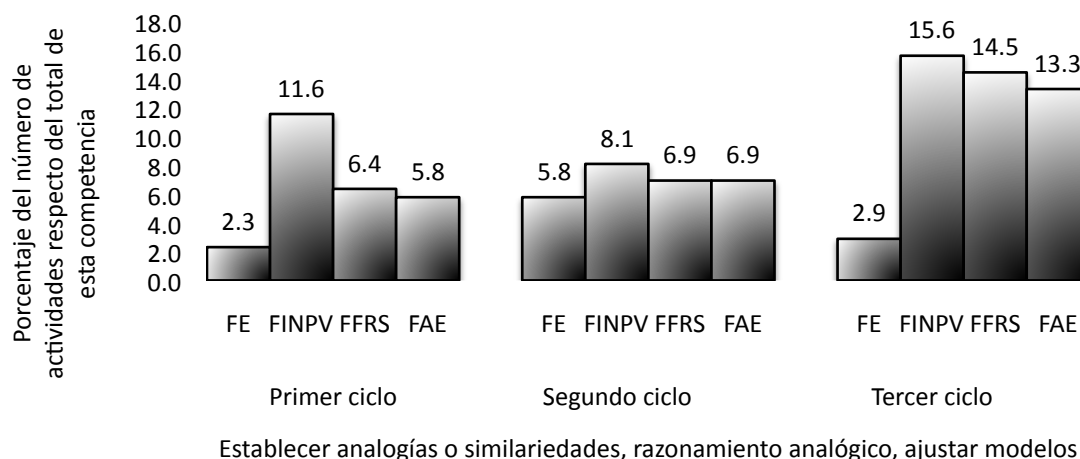


Figura 32. Frecuencia relativa (%) del número de actividades respecto al total de actividades de la competencia cognitiva “Establecer analogías, razonamiento analógico, ajustar modelos” desglosadas por ciclos de Educación Primaria y fases del ciclo de aprendizaje.

Se constata el carácter dinámico para introducir nuevas ideas (se emplea en un 35,3% de las actividades) y es la fase en la que se propone más actividades en todos los ciclos. Se emplea en actividades abstractas y complejas ya que se propone en un 27,8% en la fase de formalización y en un 26% en la fase de aplicación y/o evaluación. Se emplea en menor medida en la fase de exploración (11%), ya que razonar con analogías no supone proponer modelos, sino delimitar o ajustar el significado de nuevos conceptos desde ideas conocidas.

Se trata de una competencia ligada a la elaboración de modelos, en base a otros que son análogos y conocidos. Es una actividad compleja y abstracta.

IV.2.6. Análisis de las estrategias cognitivas

En el marco teórico se han detallado (tabla I) las estrategias y competencias cognitivas empleadas en la presente investigación. Se han seguido las ideas de Guidoni (1990)

Se han analizado 3972 actividades diseñadas por el alumnado, y se han propuesto 823 actividades para la fase de exploración, 1163 para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 993 para la fase de formalización, reestructuración y/o síntesis, y 993 actividades para la fase de aplicación y/o evaluación. De estas, tras el análisis se han interpretado 1168 actividades para la estrategia categorización, 794 para la estrategia formalización, 389 para la estrategia cognitiva elaboración, 726 para la estrategia interpretación, 692 para ajuste-adaptación y 203 organización del ajuste. Así, aunque el número de actividades propuestas para cada fase es similar, las estrategias cognitivas a las que se ha asignado son diferentes.

IV.2.6.A. Análisis de cada estrategia cognitivas por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

Los resultados obtenidos para la estrategias cognitivas son las siguientes: 1168 actividades para la estrategia de categorización (434 para el primer ciclo, 364 para el segundo ciclo y 370 para el tercer ciclo), 794 para la estrategia de formalización (213, 262 y 319 respectivamente), 389 actividades para la estrategia de elaboración (111, 134, y 144 respectivamente), 726 actividades para la estrategia de interpretación (217, 224 y 285 respectivamente), 692 actividades para la estrategia de ajuste-adaptación (214, 227, 251 respectivamente) y 203 actividades para la estrategia de ajuste de la organización y creatividad (55, 53 y 95 respectivamente)

Se constata que el alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto mayor número de actividades para la estrategia de categorización (1168 actividades). Ello se debe a que son estrategias más simples. Entre otros aspectos, permiten situar objetos dentro de un conjunto, identificar y reconocer sus propiedades y emplear las palabras para darles nombre. Engloban muchas situaciones de enseñanza y

aprendizaje en el aula de Educación Primaria. Se trata de una estrategia muy general y muy importante, ya que se establecen relaciones significativas entre los elementos del medio. Disminuye el número de actividades del primer ciclo al tercer ciclo.

Las estrategias de formalización, de interpretación y de ajuste-adaptación, también estrategias muy importantes. Realizan operaciones cognitivas con reglas, usan el lenguaje natural (Bibiloni, 2000), conceptos, la geometría y el espacio, los conjuntos y las clases, los espacios cartesianos y sus representaciones. Además se establecen relaciones de causalidad, vínculo, contigüidad espacial y temporal, relaciones de finalidad, concomitancia. De igual modo reconocemos y destacamos las diferencias y las capacidades para mirar, identificar o diferenciar modelos sobre la realidad. Las tres estrategias suman 2212 actividades. Se incrementa ligeramente el número de actividades de estas tres estrategias del primer ciclo al tercer ciclo.

Finalmente las estrategias que se desarrollan en menor número de actividades son la estrategia de elaboración (389 actividades) y la estrategia de ajuste de la organización y creatividad (203). En ambos casos (592 actividades) se desarrolla la estructura de elaboración de conceptos, leyes y teorías, y se buscan y se establecen relaciones entre ellos. Además se clasifican sus diferentes formas, y por otra parte, se establecen ajustes contextuales.

Así se evalúan estructuras de ajustes correlativos más amplios y la consistencia de los modelos, para desarrollar el "pensamiento abstracto", pensamiento general que se impone a aspectos concretos contextuales. Son las estrategias más complejas para Educación Primaria, y por ello el alumnado las utiliza en un menor número de actividades. Se incrementa el número de actividades del primer ciclo al tercer ciclo, en particular en la estrategia de ajuste de la organización y creatividad, en el que casi son el doble las actividades del tercer ciclo.

IV.2.6.B. Estrategia de categorización

La figura 33 muestra los resultados obtenidos para la estrategia de categorización por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje. Esta figura muestra por una parte que el alumnado ha propuesto actividades en

todos los ciclos y en todas las fases del ciclo de aprendizaje. Se constata que se proponen 434 para el primer ciclo, 364 para el segundo ciclo y 370 para el tercer ciclo de Educación Primaria. Al proporcionar formas de mirar para observar diferentes aspectos del medio, para situar objetos, experiencias, palabras, interacciones, permanencia o no de elementos, características, cambios, e identificación de elementos y de sus agrupaciones, son simples, y se propone un gran número de actividades.

En relación a las fases de estructuración de los aprendizajes se constata que para la fase de exploración corresponden 279 actividades, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista 417 actividades, para la fase de formalización y/o evaluación 205 actividades y para la fase de aplicación y/o evaluación 267 actividades. Observar e identificar supone que se desarrolla en cualquiera de las fases del ciclo de aprendizaje. Su carácter es dinámico y se emplea principalmente antes, (279 y 417 actividades) o después (267 actividades) de la formalización de los contenidos científicos. Es una estrategia que promueve evolucionar los conocimientos previos e introducir nuevas ideas científicas.

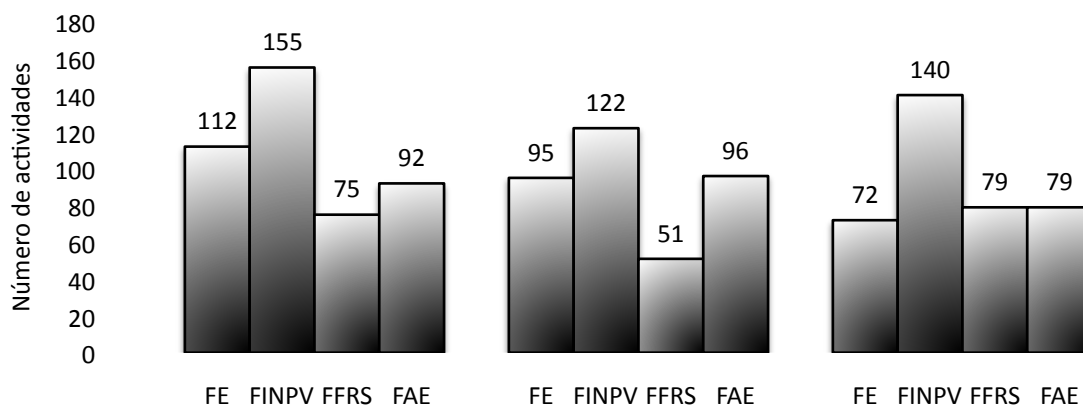


Figura 33. Número de actividades para la estrategia cognitiva "categorización" por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

IV.2.6.C. Estrategia de formalización

La figura 34 muestra los resultados obtenidos para la estrategia de formalización por ciclo y por fase del ciclo de aprendizaje. Esta figura muestra que el alumnado ha propuesto actividades principalmente en la fase de formalización.

En relación a los ciclos de Educación Primaria los resultados son similares para los tres ciclos, 213 para el primer ciclo, 262 para el segundo ciclo y 319 para el tercer ciclo de Educación Primaria. Se constata que se desarrolla en mayor número de actividades en el tercer ciclo, menor en el segundo ciclo e inferior en el primer ciclo. Se trata de resultados coherentes con las propuestas en los libros escolares (Occeci y Valeiras, 2013). La forma de los tres ciclos es similar en esta figura 34.

Esta estrategia cognitiva supone realizar operaciones mentales con reglas ligadas al uso del lenguaje, con los conceptos, sus significados, con la forma de mirar y representar el espacio, y con las representaciones de las variables. Se desarrolla principalmente en el tercer ciclo y en la fase de formalización o síntesis (363 actividades frente a 172 actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 170 actividades en la fase de aplicación y/o evaluación y 89 actividades en la fase de exploración). Se desarrollan las formas y su representación, a través de los cuáles se definen los significados. Se trata de una estrategia abstracta, que se manifiestan sobre todo en el tercer ciclo y en la fase de formalización (FFS).

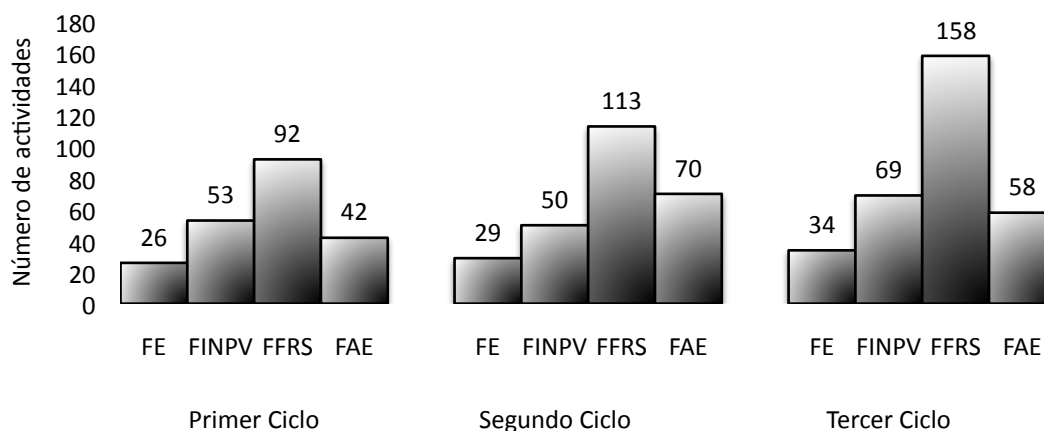


Figura 34. Número de actividades para la estrategia cognitiva "formalización" por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

IV.2.6.D. Estrategias de elaboración

La figura 35 muestra los resultados obtenidos para la estrategia de elaboración por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje. Esta figura muestra que esta estrategia se desarrolla en todos los ciclos y sobre todo a lo largo y al final del ciclo de aprendizaje.

No se constatan excesivas diferencias entre las formas de las figuras de los tres ciclos de Educación Primaria. Para el primer ciclo han propuesto 111 actividades, 134 para el segundo y 144 para el tercero. La tendencia es ligeramente creciente, debido a su grado de abstracción. De igual modo presenta una cierta complejidad. Son estrategias, que, desde una perspectiva cognitiva, estructuran la elaboración de conceptos, leyes y teorías, y establecen relaciones entre ellos y se clasifican sus diferentes formas. Elaborar dichas estructuras implica una abstracción que es coherente con una mayor utilización en el segundo y tercer ciclo.

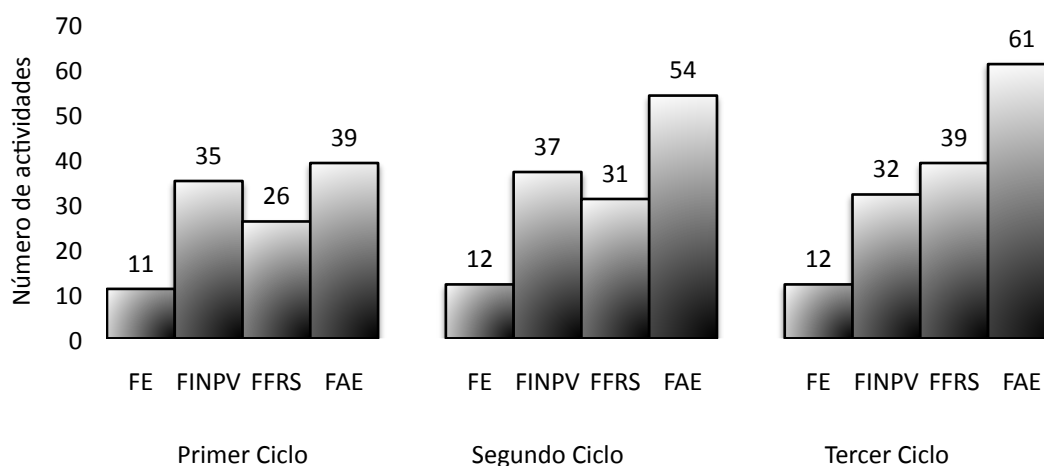


Figura 35. Número de actividades para la estrategia cognitiva “elaboración” por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

Se observa una utilización creciente siguiendo las fases del ciclo de aprendizaje. Para la fase de exploración han propuesto 35 actividades, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista 104 actividades, para la fase de formalización o síntesis 96 actividades y para la fase de aplicación y/o evaluación 164 actividades. La complejidad y la abstracción ligada a la elaboración de entidades discretas o continuas, integradas en formas o estructuras, es coherente con los resultados

obtenidos. También en esta estrategia se desarrolla la unión, descomposición, superposición, complementariedad, ordenación, jerarquización, compatibilidad o proyección de formas conceptuales discretas y continuas. Por ello es superior la frecuencia absoluta del tercer ciclo, así como la correspondiente a la FAE.

IV.2.6.E. Estrategia de interpretación

La figura 36 muestra los resultados obtenidos para la estrategia de interpretación por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje. Como en las estrategias anteriores el alumnado ha propuesto actividades en todos los ciclos y en todas las fases del ciclo de aprendizaje.

El número de actividades propuesto (217 para el primer ciclo, 224 para el segundo ciclo y 285 para el tercer ciclo de Educación Primaria) indica que su tendencia es creciente entre el primer y tercer ciclo. Significa que se incrementa la abstracción conforme avanzamos del primer ciclo al tercer ciclo. Ello se debe al establecimiento de relaciones entre los elementos del entorno, a veces más concretos o en otras ocasiones más abstractos. En estas relaciones se establecen vínculos, como causalidad, simple, finalidad o contigüidad espacial, importantes en los tres ciclos. Sin embargo otros como la contigüidad temporal y las relaciones de incompatibilidad, o cuando diferentes causas confluyen en la concomitancia, implican dificultad y se plantean en mayor número de actividades en el tercer ciclo de Educación Primaria.

En relación a las fases de estructuración mental de los aprendizajes, para la fase de exploración proponen 203 actividades, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista 207 para la fase de formalización o síntesis 187 actividades y para la fase de aplicación y/o evaluación 238 actividades. Se constata estas relaciones que se generan de modo similar en las fases. Además se pretende provocar la evolución de los conceptos, su formalización o síntesis y su aplicación y/o evaluación. Se propone un número inferior de actividades para la fase de exploración ya que son relaciones complejas, y estas relaciones más que establecerse entre las ideas del alumnado, lo hacen en el aprendizaje de nuevas ideas.

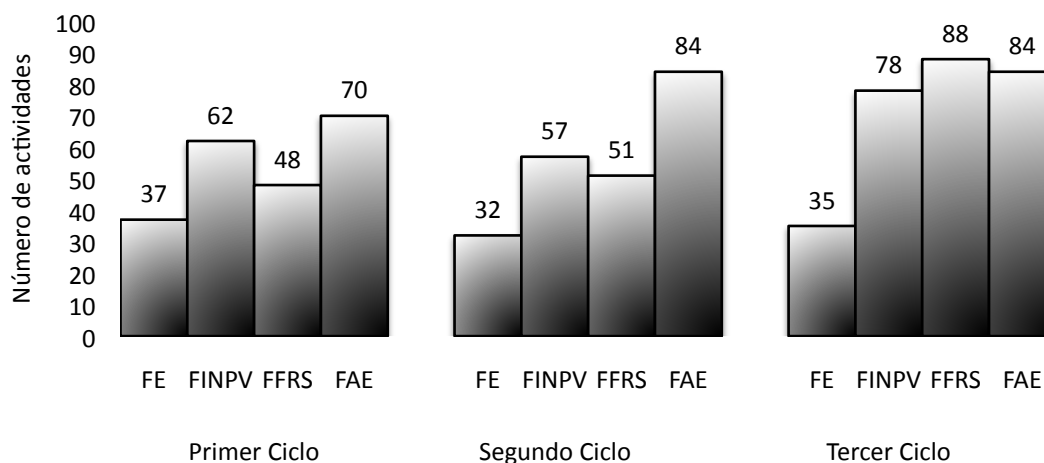


Figura 36. Número de actividades para la estrategia cognitiva “interpretación” por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

IV.2.6.F. Estrategia de ajuste-adaptación

La figura 37 muestra los resultados obtenidos para la estrategia de ajuste-adaptación por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje. Esta figura muestra por una parte que el alumnado ha propuesto actividades en todos los ciclos y en todas las fases del ciclo de aprendizaje. En relación a los ciclos de Educación Primaria los resultados son similares. Se han propuesto en 214 actividades para el primer ciclo, 227 para el segundo ciclo y 251 para el tercer ciclo de Educación Primaria, frecuencias absolutas crecientes entre el primer y tercer ciclo.

Se desarrollan entre los tres ciclos, ya que se pretende que el alumnado actúe, que reconozca las diferencias, se elaboren hipótesis, se realicen ordenaciones y se jerarquice en base a modelos y analogías. Debido a esta jerarquización de modelos y analogías se emplea en mayor medida en el tercer ciclo.

En la fase de exploración se proponen 281 actividades, en la fase de introducción de nuevos puntos de vista 214 actividades, en la fase de formalización 106 actividades, y en menor medida en la fase de aplicación y/o evaluación con 91 actividades. Está ligado a modelos, por tanto se manifiesta en el número de actividades de la fase de introducción de nuevos puntos de vista y de la fase de formalización. Además la elaboración de hipótesis, la experimentación con nuestras ideas, implica que se planteen en un mayor número de actividades en la fase de

exploración. Se trata de una estrategia que se emplea al principio del ciclo de aprendizaje, se realizan operaciones e forma automática y posee coherencia con el sistema cognitivo humano que siempre trata de adaptarse ante nuevas situaciones.

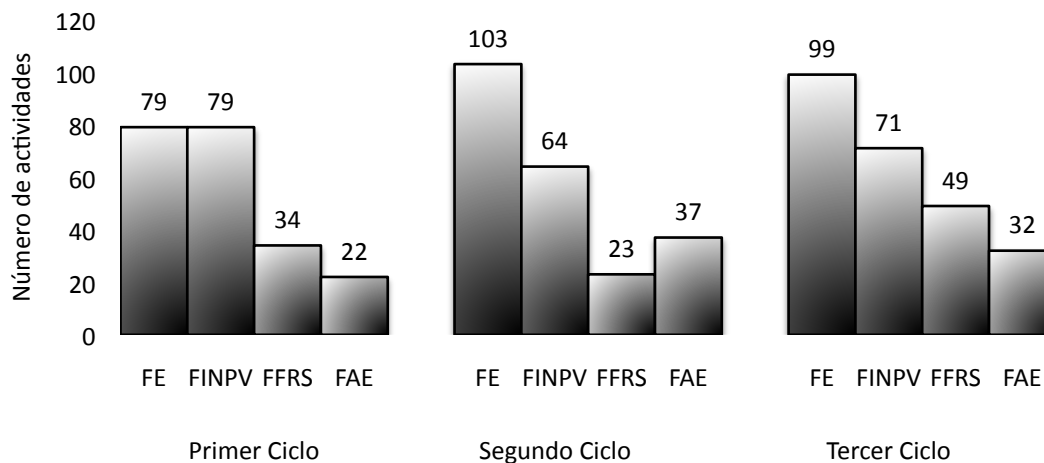


Figura 37. Número de actividades para la estrategia cognitiva ajuste-adaptación por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje.

IV.2.6.G. Organización del ajuste y creatividad

La figura 38 muestra los resultados obtenidos para la estrategia de organización del ajuste y creatividad por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje. Se constata que el alumnado emplea básicamente en el tercer ciclo de Educación Primaria.

El alumnado ha utilizado en 55 actividades para el primer ciclo, 53 para el segundo ciclo y 95 para el tercer ciclo de Educación Primaria. Esta estrategia cognitiva lo construye el alumnado a través de su pensamiento, ajustando diversas situaciones (de modo parcial o a través del contexto). Así se transfieren, deciden o evalúan, para convertir la exigencia de coherencia intercontextual en relación al ajuste inmediato intracontextual. Además la deducción, la inferencia, la conclusión y la consistencia para desarrollar el "pensamiento abstracto" basado en dinámicas cognitivas que evolucionan gradualmente. Por ello el alumnado lo emplea en actividades de mayor abstracción conceptual y de mayor complejidad. Su evidencia está en el mayor número de actividades constatado en el tercer ciclo.

Por otra parte el alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 35 actividades para la fase de exploración (17,2%), 59 para la fase de introducción de nuevos puntos de vista (29,1%), 36 actividades para la fase de formalización y/o síntesis (17,7%) y 73 actividades (36%) para la fase de aplicación y/o evaluación. Se emplea esta estrategia para introducir conceptos, por tanto se emplea para la fase de introducción de nuevos puntos de vista. También se emplea en mayor número como autorregulación, en la fase de aplicación y/o evaluación. El menor número de actividades se proponen en actividades para la fase de exploración y en la fase de formalización. Supone, por tanto que se desarrolla antes, y principalmente, después de formalizar los contenidos para autorregular y para concluir con el ciclo de aprendizaje.

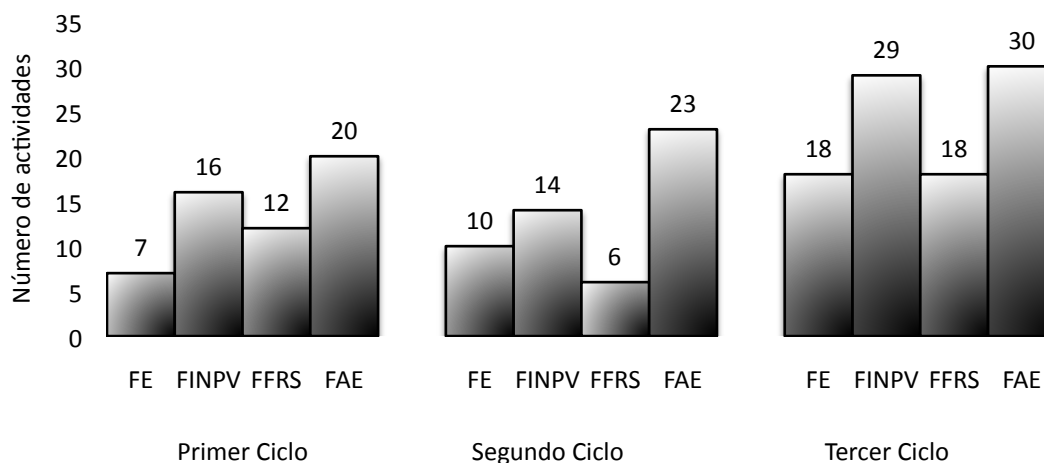


Figura 38. Número de actividades para la estrategia cognitiva organización del ajuste y creatividad por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

IV.2.6.H. Análisis de cada estrategia por competencias cognitivas por ciclo de Educación Primaria y por fase del ciclo de aprendizaje

La tabla XXII muestra los porcentajes de las actividades propuestas por el alumnado para cada una de las estrategias cognitivas. Se constata que se desarrollan todas las estrategias cognitivas en las secuencias didácticas. Si analizamos la progresión de las estrategias cognitivas con el ciclo de aprendizaje, se constata que para la fase de exploración son más abundantes las actividades para la estrategia de ajuste-adaptación. El aprendizaje continúa en la fase de introducción de nuevos puntos de vista con las estrategias de categorización y elaboración. Después se

desarrollan las estrategias de formalización, y el ciclo de aprendizaje finaliza con las estrategias de interpretación y organización del ajuste y creatividad. Esta evolución del aprendizaje tiene lugar desde la emisión de hipótesis e identificación de diferencias. Continúa con observación, permanencia, características e identificación de objetos y clases. A continuación con la imaginación e integración de la continuidad y discontinuidad de entidades (descomposición, superposición, complementariedad, jerarquización, incompatibilidad, proyección). Se proponen relaciones significativas para comprender, establecer relaciones y para explicar ideas. Al final del ciclo de aprendizaje se establecen relaciones de causalidad, vínculo, contigüidad, finalidad, concomitancia, y se ajusta la coherencia y predicción de los nuevos aprendizajes.

Por otra parte la desviación típica de los porcentajes es más similar en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (Desviación típica de 5,0) y en la fase de aplicación y/o evaluación (Desviación típica de 8,3). Se emplean de modo similar las estrategias en estas fases. La dispersión de estrategias es mayor en la fase de exploración (desviación típica de 10,5) y en la fase de formalización o síntesis (desviación típica de 11,2). En estas fases las estrategias cognitivas se emplean de modo más diferenciado.

Tabla XXII. *Frecuencia relativa (%) del número de actividades para cada estrategia cognitiva en Educación Primaria por fase del ciclo de aprendizaje.*

Estrategias cognitivas	Categorización	Formalización	Elaboración	Interpretación	Ajuste-adaptación	Organización del ajuste-creatividad
Fases ciclo de aprendizaje						
FE	23,9	11,2	20,8	14,3	40,6	17,2
FINPV	35,7	21,7	33,5	27,1	30,9	29,1
FFS	17,6	45,7	24,0	25,8	15,3	17,7
FAE	22,9	21,4	21,7	32,8	13,2	36,0

En el apartado anterior se ha señalado que, en base a los resultados obtenidos, básicamente las estrategias cognitivas evolucionan del siguiente modo a lo largo del ciclo de aprendizaje: Estrategia de ajuste-adaptación para la fase de exploración (FE), estrategias de categorización y elaboración para la fase de introducción de nuevos

puntos de vista (FINPV), estrategias de formalización para la fase de formalización o síntesis (FFS), y interpretación y organización del ajuste y creatividad para la fase de aplicación y/o evaluación (FAE). En este apartado se profundizará en las estrategias cognitivas siguiendo la predominancia en el número de actividades de cada estrategia según las fases correlativas del ciclo de aprendizaje.

IV.2.6.H.1. Estrategias de ajuste-adaptación.

Las figuras 39 y 40 muestran el número de actividades y su porcentaje para las competencias cognitivas agrupadas en sus correspondientes estrategias cognitivas, en este caso es ajuste-adaptación. Las competencias cognitivas son “comparar”, “elaborar hipótesis” y “establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico y ajustar modelos”. Se desarrolla en primer lugar ya que el número de actividades de la fase de exploración es superior a las otras fases del ciclo de aprendizaje. Los números añadidos a las siglas FE, FINPV, FFS y FAE señalan el ciclo de Educación Primaria.

La figura 39 muestra que la mayor parte de las competencias cognitivas desarrolladas a corresponden a elaborar hipótesis. En las actividades se desarrollan también las otras dos competencias pero con menor frecuencia absoluta. Las figuras 39 y 40 muestran las frecuencias relativas y los resultados absolutos. Los resultados son similares en ambas figuras. Indican que, en los tres ciclos de Educación Primaria, al inicio de la secuencia didáctica, el alumnado a través de sus estrategias de pensamiento busca actuar, reconocer y darse cuenta de las diferencias, realizar pruebas de elaboración de hipótesis, ordenar situaciones y jerarquizar en base a sus modelos y analogías. Globalmente se emplea con mayor frecuencia en la fase de exploración.

Se constata que la frecuencia absoluta es superior en la competencia cognitiva “elaborar hipótesis”. Sin embargo las actividades de la competencia “establecer analogías,...” es inferior en la fase de exploración. “Comparar” y “establecer analogías,...” presenta mayores frecuencias absolutas en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.

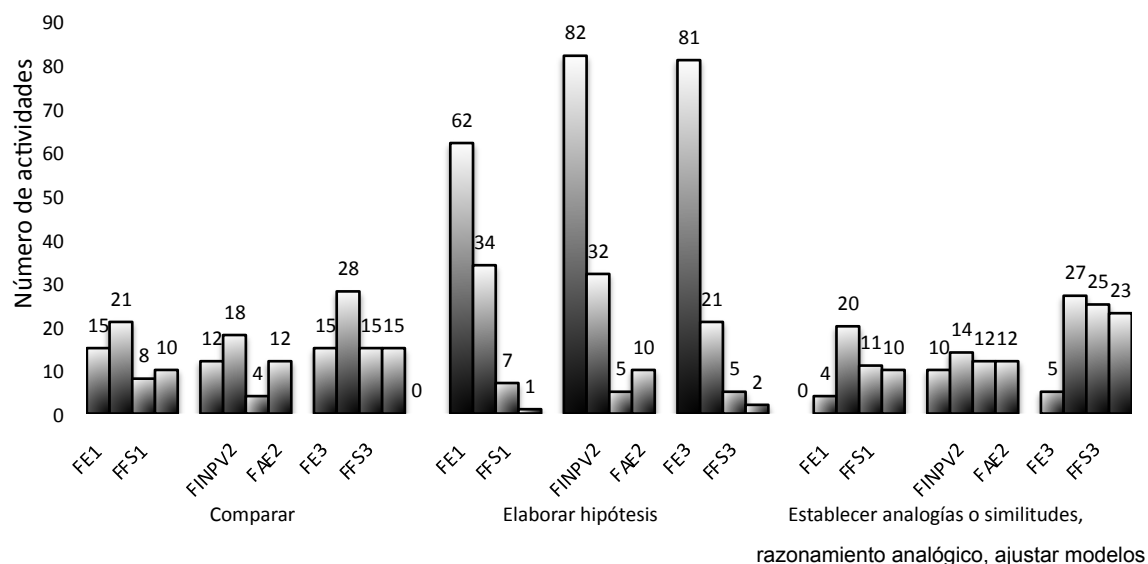


Figura 39. Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “ajuste-adaptación” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.

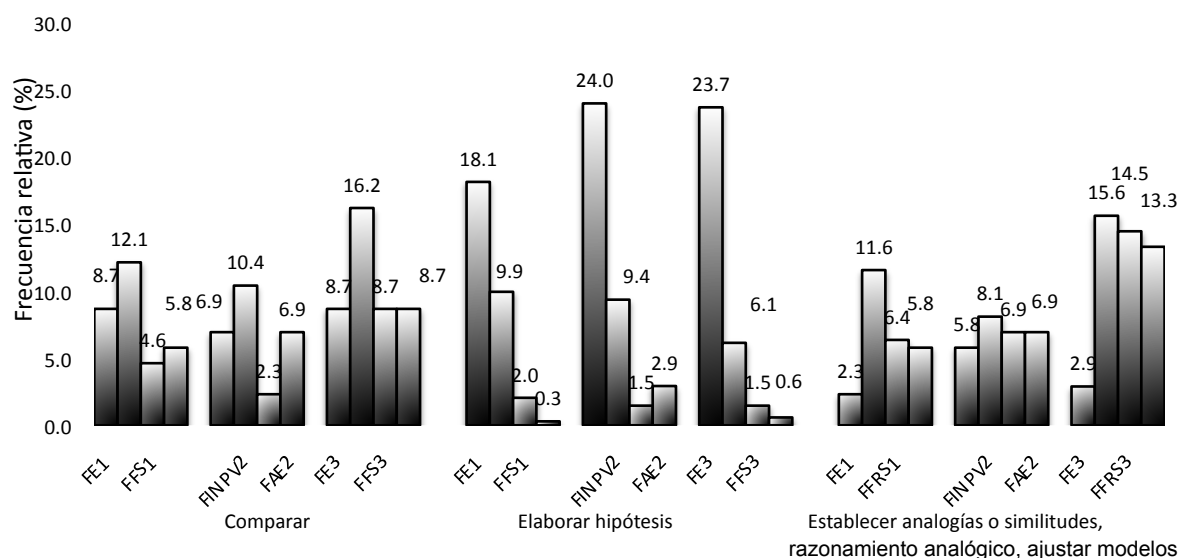


Figura 40. Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “ajuste-adaptación” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.

IV.2.6.H.2. Estrategias de categorización

Las figuras 41 y 42 muestran el número de actividades y su frecuencia relativa para las competencias cognitivas agrupadas en sus correspondientes estrategias cognitivas. En este caso es la estrategia categorización. Las competencias cognitivas son “observar, medir, recoger, registrar”, “Identificar, reconocer, señalar, nombrar,

enumerar” y “buscar”. Se representan para los tres ciclos añadiendo el número a continuación de las abreviaturas de las fases del ciclo de aprendizaje.

En estas figuras se constata que la mayor parte de las actividades se propone para desarrollar las competencias “observar, medir, recoger, registrar” e “identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”. Se emplea en menor medida para la competencia “buscar”. Estos resultados señalan que para el primer ciclo proponen estrategias cognitivas más simples, para analizar formas de mirar y de observar diferentes aspectos del medio. Además se emplea para situar objetos, experiencias, palabras interacciones, permanencia o no de elementos, características, cambios, e identificación de elementos y de sus agrupaciones. Estos aspectos están ligados con encontrar información.

Se constata que “observar,...”, “identificar,...” y “buscar”, se desarrollan en cualquier fase del ciclo de aprendizaje, principalmente en la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Además se emplean en actividades de la fase de exploración y en la fase de aplicación y/o evaluación. La salvedad está en la competencia “buscar”.

Se constata el carácter dinámico y activo de esta estrategia, que se emplea antes, durante o después de la formalización de los contenidos científicos. Además la competencia “buscar”, además de permitir las categorizaciones posiblemente desarrolle de igual modo otras competencias. Por ello sus resultados son ligeramente diferentes a las otras dos competencias cognitivas (número o porcentaje más elevado para la fase de introducción de nuevos puntos de vista y para la fase de formalización, e inferior para la fase de exploración y para la fase de aplicación y/o evaluación).

En las tres competencias se constata que la frecuencia absoluta es más elevada en la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Indica que poseen una cierta abstracción y complejidad, y se utilizan principalmente para evolucionar las ideas.

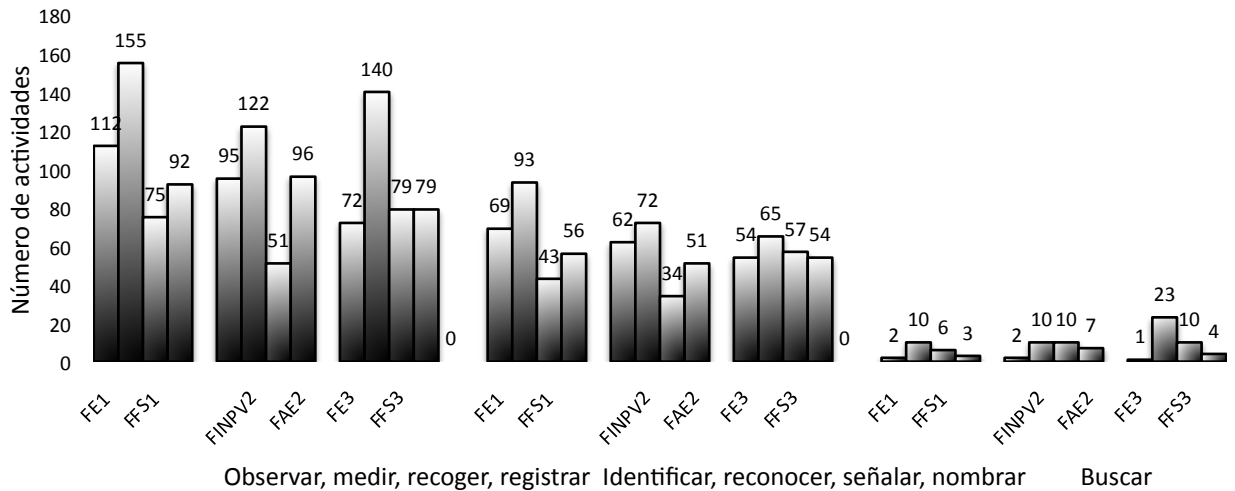


Figura 41. Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “categorización” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje

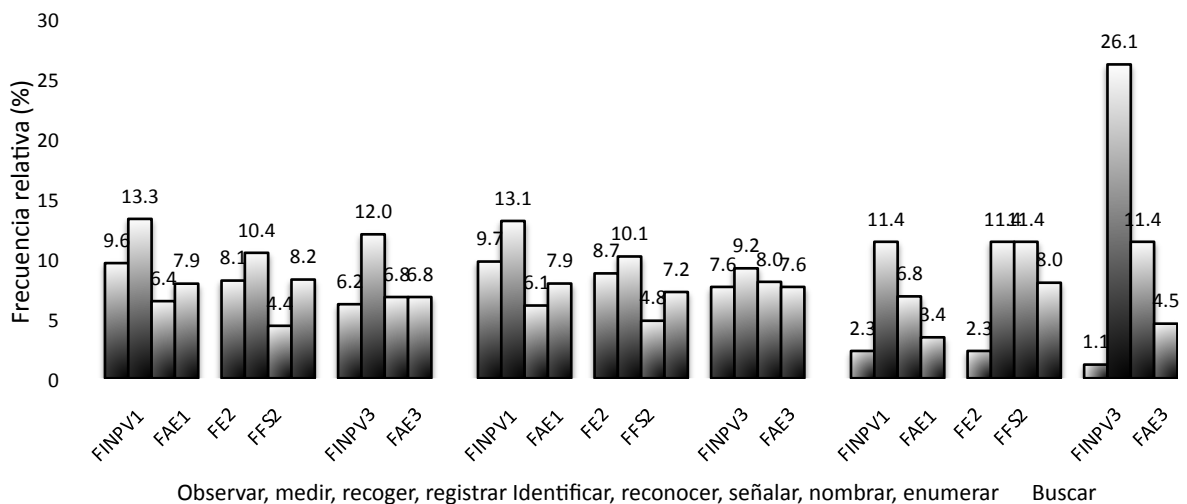


Figura 42. Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “categorización” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje

IV.2.6.H.3. Estrategias de elaboración

Las figuras 43 y 44 muestran el número de actividades y su porcentaje para las competencias cognitivas agrupadas en sus correspondientes estrategias cognitivas, en este caso es “elaboración,”. Las competencias cognitivas son “clasificar”, “organizar, estructurar, jerarquizar, seriar, ordenar, seleccionar” y “elaborar, construir”. La figura 43 señala que la mayor parte de las actividades se propone para desarrollar la competencia “elaborar, construir” mientras que las otras dos

competencias se desarrollan en un número muy inferior de actividades (“clasificar” y en menor medida “organizar, estructurar, jerarquizar, seriar, ordenar, seleccionar”).

Junto a la estrategia categorización, el mayor número de actividades se encuentra en la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Poseen un ligero grado de abstracción y complejidad. Son estrategias, que desde una perspectiva cognitiva estructuran la elaboración de conceptos, leyes y teorías, establecen relaciones entre ellos, y clasifican sus diferentes formas. Debido a su nivel de complejidad el alumnado plantea un número inferior de actividades, es decir es complicado plantear un número amplio de actividades.

Se manifiesta en la elaboración de entidades discretas o continuas, que se integran diferentes formas o estructuras asociadas a ella. Además se realizan actividades cognitivas como unión, descomposición, superposición, complementariedad, ordenación, jerarquización, nivel de compatibilidad o proyección de formas conceptuales discretas y continuas. Desde el punto de vista cognitivo se utiliza para elaborar a partir de lo que existe en el medio. Implica introducir (imaginar y comunicar) formas, y es por ello por lo que plantean su desarrollo principalmente en la segunda fase, además de en la tercera (FFS) y cuarta fase del ciclo del aprendizaje (FAE).

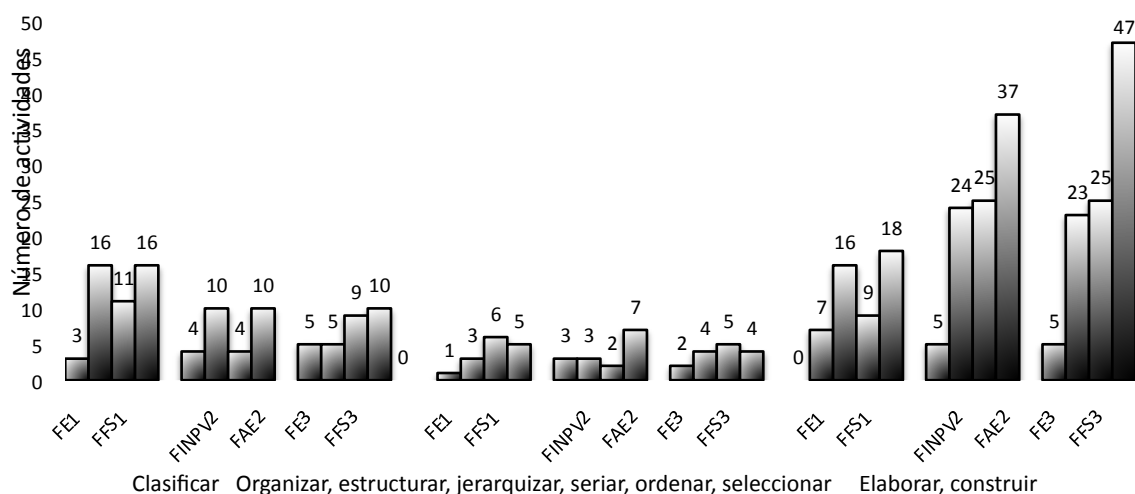


Figura 43. Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “elaboración” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje

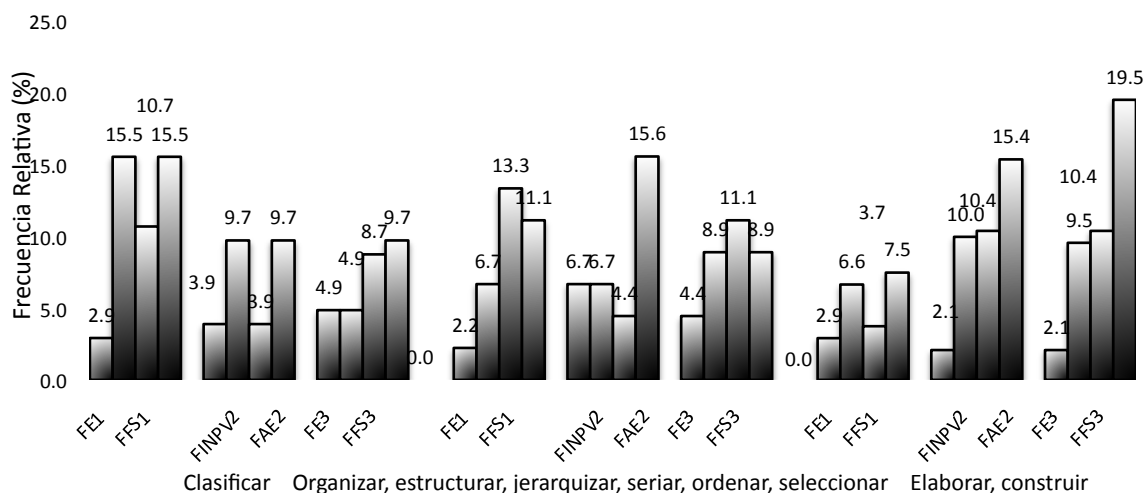


Figura 44. Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “elaboración” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje

IV.2.6.H.4. Estrategias de “formalización”

Las figuras 45 y 46 muestran el número de actividades y su porcentaje para las competencias cognitivas agrupadas en sus correspondientes estrategias cognitivas. En este caso es formalización, mientras que las competencias cognitivas son “formalizar, teorizar”, “sintetizar” y “calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”.

La figura 45 señala que la mayor parte de las actividades se propone para desarrollar la competencia “formalizar, ...”, a continuación “calcular, ...”, y en el menor número de actividades “sintetizar”. La figura 46 muestra un comportamiento diferente en las fases del ciclo de aprendizaje en las competencias “formalizar,…” y “sintetizar”, y un resultado más homogéneo en todas las fases para la competencia “calcular,…”.

Estos resultados están de acuerdo con que suponen, entre otros aspectos, realizar operaciones mentales ligadas al uso del lenguaje. Se desarrollan sus formas gramaticales, de sintaxis o semánticas, a través del lenguaje, de la representación del espacio y de las variables que se analizan en los diferentes temas. Del mismo modo la comprensión, creatividad, procesos y productos, tras resolver problemas, como completar esquemas o realizar dibujos o incluso escribir o hablar.

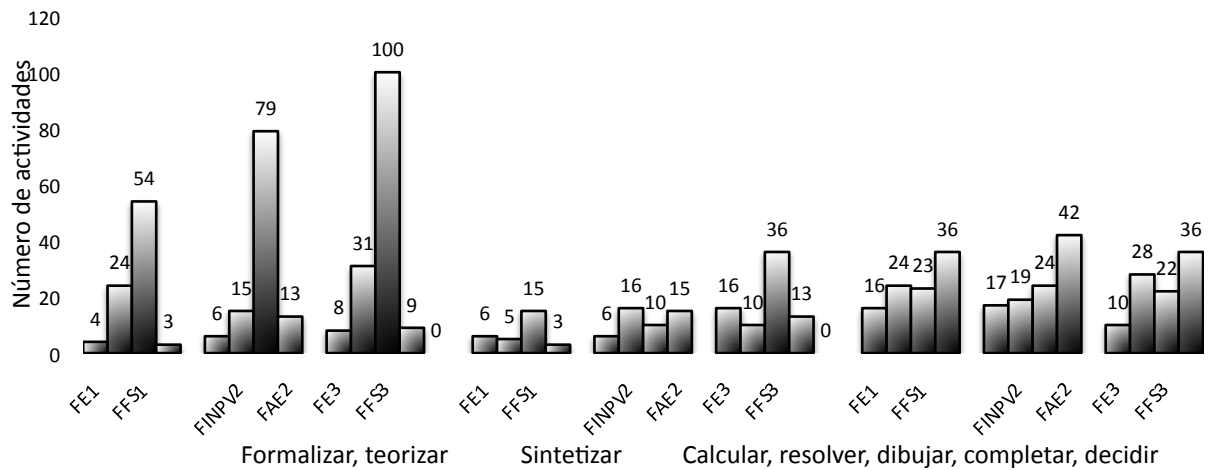


Figura 45. Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “formalización” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.

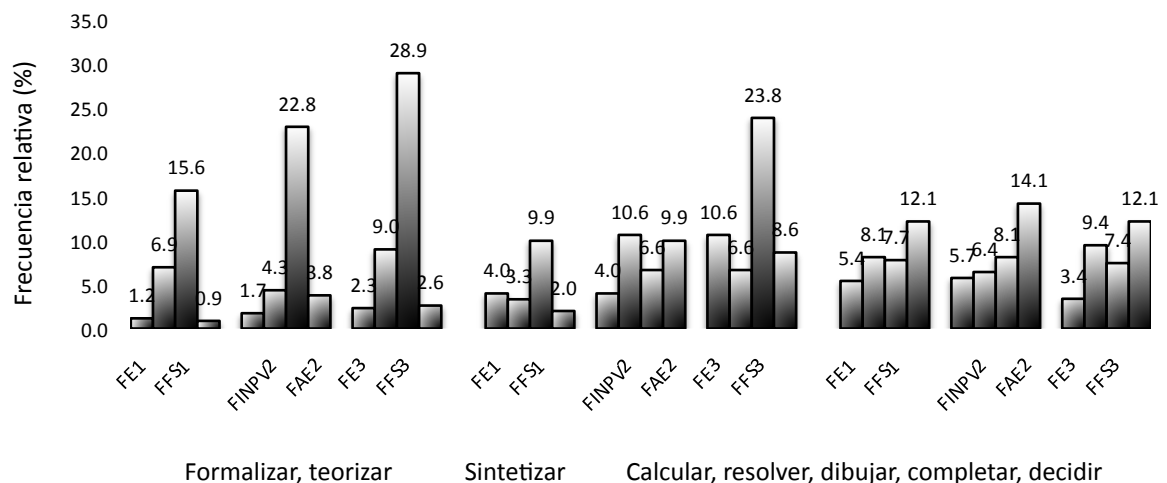


Figura 46. Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “formalización” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.

IV.2.6.H.5. Estrategias de interpretación

Las figuras 47 y 48 muestran el número de actividades y su porcentaje para las competencias cognitivas agrupadas en sus correspondientes estrategias cognitivas, en este caso es “interpretación”. Las competencias cognitivas asociadas son “relacionar, asociar”, “transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar” y “analizar”

La figura 47 señala que la mayor parte de las actividades se propone para desarrollar la competencia “analizar”, seguido de “transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar” y “relacionar, asociar”.

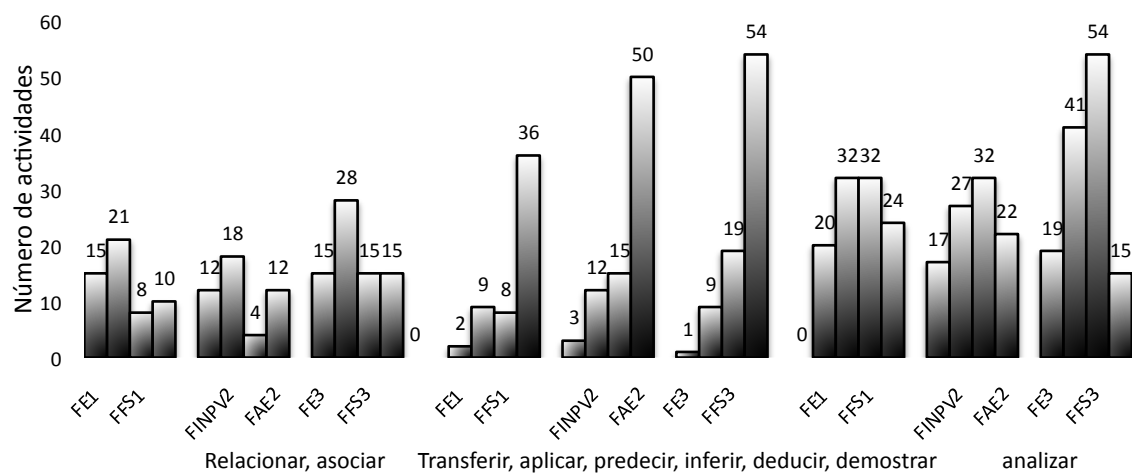


Figura 47. Número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “interpretación” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.

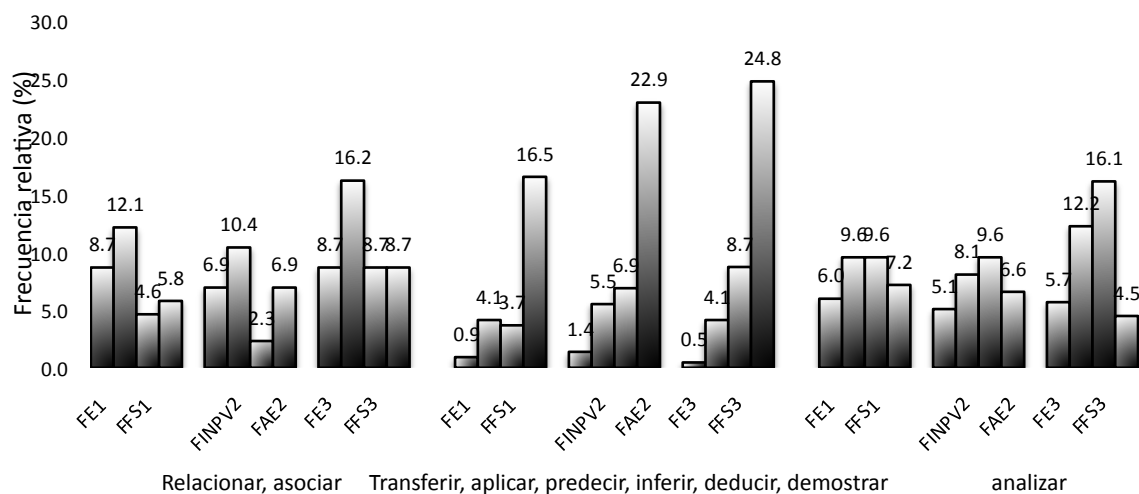


Figura 48. Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas incluidas en la estrategia “interpretación” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.

Se proponen para los tres ciclos de Educación Primaria y, en comparación a las estrategias anteriores, expresa un incremento de la complejidad cognitiva de las actividades en las que se desarrolla. Se establecen relaciones entre los elementos, más concretos o más abstractos, buscan vínculos (causalidad o contigüidad). Otras como la contigüidad temporal y las relaciones de incompatibilidad, o cuando

diferentes causas confluyen (concomitancia). Poseen mayor dificultad que las anteriores, y la frecuencia absoluta es superior en el tercer ciclo.

Estas relaciones, se producen en cualquiera de las fases, y básicamente en las fases del ciclo con mayor dinamismo cognitivo del alumnado. Supone un incremento en el pensamiento, y por ello se propone un número inferior de actividades para las otras fases.

IV.2.6.H.6. Estrategias de organización del ajuste y creatividad

Las figuras 49 y 50 muestran el número de actividades y su porcentaje para las competencias cognitivas agrupadas en sus correspondientes estrategias cognitivas. En este caso es “organización del ajuste y creatividad” y las competencias cognitivas son “valorar” y “diseñar, inventar”.

En las actividades de esta estrategia, se desarrolla el pensamiento ajustando diversas situaciones (de modo parcial o a través del contexto), para evaluar, convertir la exigencia de coherencia intercontextual respecto a la del ajuste inmediato intracontextual- También para la conclusión y consistencia en el desarrollo del "pensamiento abstracto". Evaluar, concluir y ajustar al contexto es propio de la última fase del ciclo de aprendizaje.

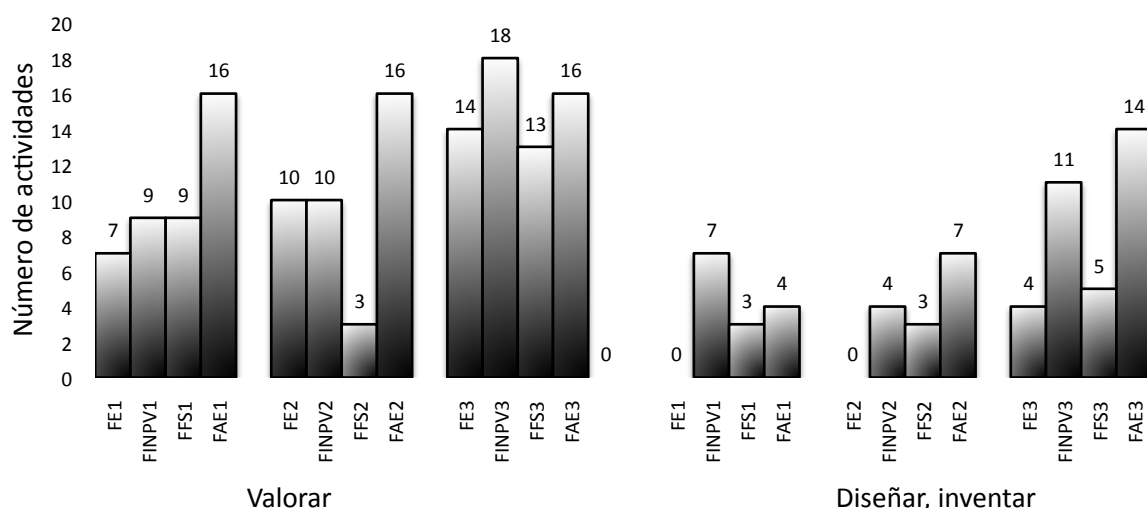


Figura 49. Número de actividades para las competencias cognitivas de estrategia “organización del ajuste-creatividad” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.

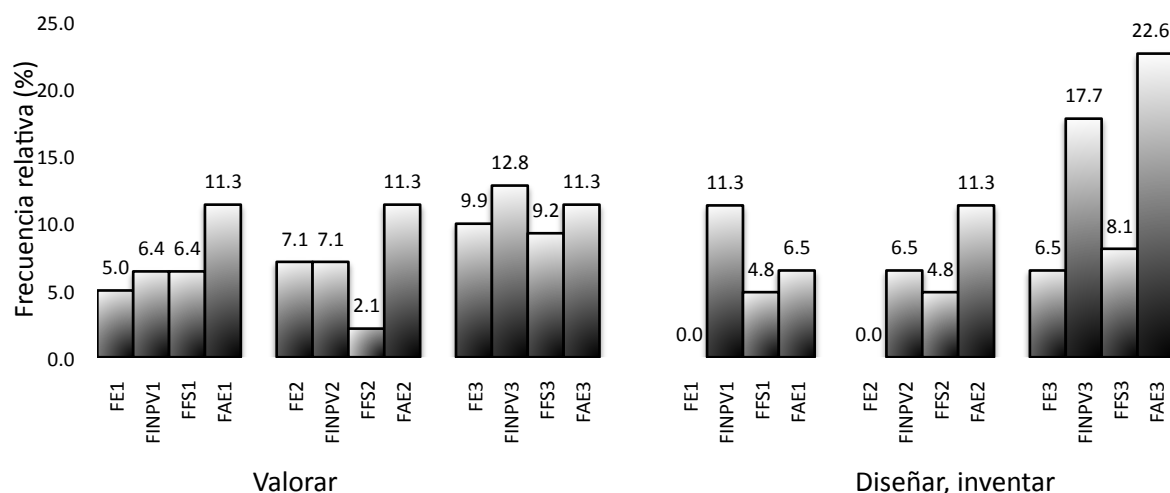


Figura 50. Frecuencia relativa (%) del número de actividades para las competencias cognitivas de la estrategia “organización del ajuste-creatividad” por ciclo y fase del ciclo de aprendizaje.

El alumnado del grado en Educación Primaria plantea actividades de mayor complejidad, y con diferentes grados de abstracción. Se manifiesta en un mayor número de actividades en el tercer ciclo y en la fase de aplicación y/o evaluación. Se constata el carácter dinámico de esta estrategia cognitiva. Unido a su complejidad se propone un mayor número de actividades para la fase de introducción de nuevos puntos de vista y para la fase de aplicación y/o evaluación.

IV.2.6.1. Análisis de las competencias cognitivas según el tipo de ciencia desarrollado en cada actividad

A través de las 3972 actividades propuestas por el alumnado del grado en Educación Primaria se desarrollan las competencias cognitivas. Los resultados se han descrito en la tabla XXIII y XVIV y en la figura 51. En este apartado se van a analizar estas competencias cognitivas desglosando las competencias cognitivas en los tres tipos de ciencia en los que se han especificado los datos en el apartado IV.2.1.

Los resultados descritos en la figura 51 señala que las actividades diseñadas por el alumnado poseen características hipotéticas, inductivas y deductivas. En esta figura y en la tabla XXIII se han añadido las letras H, I y D para diferenciar las competencias cognitivas, según sea el tipo de ciencia hipotético, inductivo o deductivo.



En este apartado estudiamos las competencias cognitivas para cada uno de los tipos de ciencia. En las actividades hipotéticas:

- Hay dos competencias que se desarrollan y poseen una frecuencia absoluta más elevada (más de 200 actividades): “Identificar,...” (estrategia categorización) y “elaborar hipótesis” (estrategia ajuste-adaptación).
- A continuación encontramos las competencias “relacionar,...” (estrategia interpretación) y “calcular,...” entre 70 y 100 actividades (estrategia cognitiva formalización).
- En un número cercano a 50 se desarrollan, “comparar,...” (estrategia cognitiva ajuste-adaptación), “valorar,...” (estrategia cognitiva organización del ajuste y creatividad) y “establecer analogías,...” (estrategia ajuste-adaptación).

Sin embargo, en las actividades inductivas:

- la competencia “observar,...” e “identificar,...” (estrategia cognitiva categorización) son las que se desarrollan en mayor número de actividades.
- Por encima de 50 actividades sólo encontramos la competencia “analizar” (estrategia cognitiva interpretación).

Por el contrario, en las actividades deductivas se desarrolla un mayor número de competencias cognitivas. Los resultados más significativos son los siguientes:

- Se desarrolla un gran número de actividades: “Identificar,...” (categorización), “formalizar,...” (formalización), “analizar” (interpretación), “calcular,...” (formalización), “elaborar,...” (elaboración) en un número superior a 200 actividades,
- “Observar, ...”, “buscar”, “relacionar, ...”, “comparar,...”, “clasificar, ...”, “transferir,...”, “sintetizar” y “establecer analogías,...” en un número superior a 50 actividades (en éstas las estrategias cognitivas son categorización,

interpretación, ajuste-adaptación, ajuste-adaptación, elaboración, interpretación, formalización).

Así, se constata que las actividades deductivas son las que favorecen el desarrollo de un mayor número de competencias cognitivas, lo que implica que son actividades más enriquecedoras desde el punto de vista del pensamiento. Este tipo de ciencia plantea un número superior de competencias. Al tratarse de actividades en las que partimos de una serie de ideas para llegar a otras ideas nuevas, el alumnado plantea competencias cognitivas muy diversas, y además en un gran número, para tratar de impulsar el aprendizaje de los conocimientos científicos.

Estos resultados nos conducen a considerar que se trata de una ciencia que desarrolla más competencias, y que más favorece el aprendizaje. El alumnado de grado, muchas veces de modo implícito o acrítico, tiende a plantear este tipo de ciencia en contextos diferentes y con planteamientos diversos. Puede parecer que las actividades inductivas o hipotéticas son más prácticas y que presentan el desarrollo de mayor número de competencias cognitivas. Sin embargo el resultado es el opuesto. En este tipo de ciencia utilizan con mayor frecuencia absoluta estrategias cognitivas categorización, formalización, elaboración e interpretación. A través de estas actividades se proponen, entre otros aspectos, formas de mirar el medio, de interiorizar, comprender, elaborar y ordenar ideas científicas y establecer relaciones que ocurren entre los fenómenos.

La figura 51 muestra que se desarrollan principalmente tres competencias. Además de proporcionar miradas, se reconocen ideas, se asignan nombres o se descomponen situaciones del medio en elementos más concretos. Partir de un enfoque inductivo, implica principalmente realizar operaciones cognitivas para observar características, reconocer elementos e identificar los elementos constituyentes del medio. Avanzar hacia la realización de otras operaciones cognitivas implica utilizar en las actividades otro tipo de ciencia. Este análisis de la realidad tiene lugar con mayor número de competencias más simples que las actividades deductivas.

Las actividades hipotéticas, desarrollan igualmente un número reducido de competencias cognitivas. La complejidad es ligeramente superior a las inductivas ya que se propone desarrollar la identificación, nombrar, relacionar, calcular y elaborar hipótesis. La propuesta de posibles soluciones, obtener soluciones a problemas, establecer relaciones y asignar nombres supone mayor complejidad que las actividades inductivas. Por el contrario, para las actividades deductivas se propone mayor número de competencias cognitivas y de superior dificultad (figura 51).

Estas ideas se manifiestan en las estrategias cognitivas. Las actividades hipotéticas desarrollan la categorización, formalización, interpretación y ajuste-adaptación. Las actividades inductivas categorización e interpretación, y las actividades deductivas prácticamente todas, principalmente categorización, formalización, elaboración e interpretación.

Al aplicar estas ideas en la tabla XXIII, se constata que en las actividades inductivas (estrategias de categorización principalmente) se proponen las actividades en la fase de exploración y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista principalmente. El resultado es similar para las actividades hipotéticas, si bien en este caso se proponen principalmente para la fase de exploración.

Las actividades deductivas se proponen en las fases de introducción de nuevos puntos de vista, formalización o síntesis o aplicación y/o evaluación. Su complejidad y abstracción se manifiesta en la utilización de fases que se emplean para desarrollar los significados de los conceptos, para plantear su reestructuración. De igual modo para aplicar y evaluar los contenidos desarrollados. Estas actividades, desde el punto de vista cognitivo, plantean actividades diversas, se desarrolla un mayor número de competencias y de estrategias cognitivas, y se proponen en fases del ciclo de aprendizaje de mayor abstracción y de mayor complejidad.

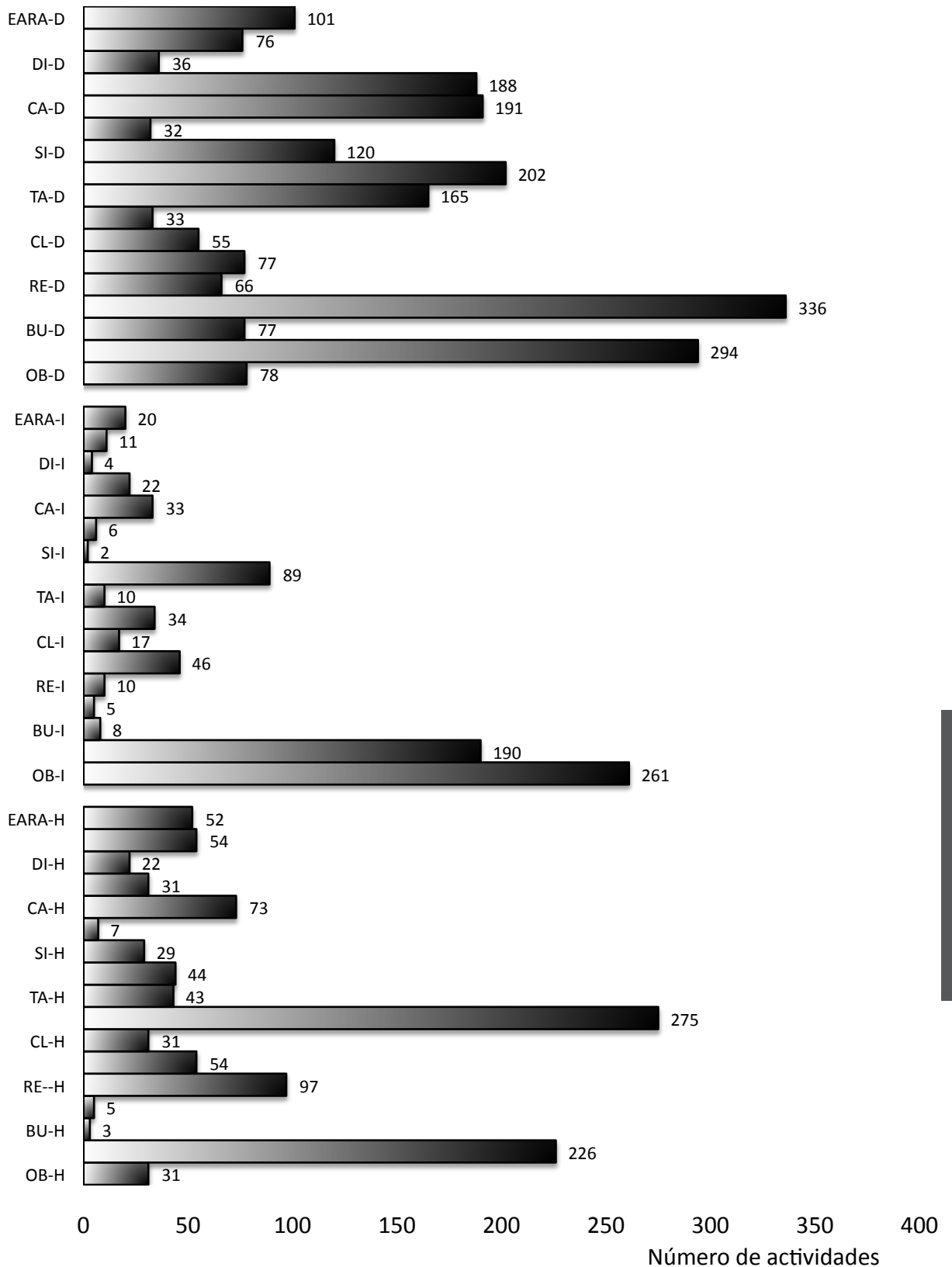


Figura 51. Número de actividades para las competencias cognitivas diferenciados por el tipo de ciencia planteada de cada actividad. H, I y D significan hipotético, inductivo y deductivo.

Tabla XXIII. *Competencias cognitivas por tipo de ciencia y fases del ciclo de aprendizaje*

Comp. cognitivas (estrategia cognitiva)	Tipo de ciencia	FE	FINPV	FFS	FAE
OB (Categorización)	Hipotético	15	15	1	0
	Inductivo	73	111	24	53
	Deductivo	1	18	20	39
ID (Categorización)	Hipotético	107	98	14	7
	Inductivo	59	92	22	17
	Deductivo	19	40	98	137
BU (Categorización)	Hipotético	1	2	0	0
	Inductivo	1	5	2	0
	Deductivo	3	36	24	14
FO (Formalización)	Hipotético	1	1	3	0
	Inductivo	0	2	2	1
	Deductivo	17	67	228	24
RE (Interpretación)	Hipotético	38	44	9	6
	Inductivo	2	6	1	1
	Deductivo	2	17	17	30
CO (Ajuste-adaptación)	Hipotético	22	23	9	0
	Inductivo	13	26	3	4
	Deductivo	2	17	29	29
CL (Elaboración)	Hipotético	8	16	4	3
	Inductivo	2	8	6	1
	Deductivo	2	7	14	32
EH (Ajuste-adaptación)	Hipotético	199	64	8	4
	Inductivo	15	13	3	3
	Deductivo	11	10	6	6
TA (Interpretación)	Hipotético	6	15	9	13
	Inductivo	0	3	0	7
	Deductivo	0	12	33	120
AN (Interpretación)	Hipotético	22	19	3	0
	Inductivo	25	45	9	10
	Deductivo	9	36	106	51
SI (Formalización)	Hipotético	14	8	7	0
	Inductivo	0	1	1	0
	Deductivo	14	22	53	31
OR (Elaboración)	Hipotético	2	3	2	0
	Inductivo	3	2	1	0
	Deductivo	1	5	10	16
CA (Formalización)	Hipotético	35	30	3	5
	Inductivo	6	21	2	4
	Deductivo	2	20	64	105
EL (Elaboración)	Hipotético	12	14	5	0
	Inductivo	1	15	2	4
	Deductivo	4	34	52	98
DI (Org ajuste-creatividad)	Hipotético	3	11	4	4
	Inductivo	0	4	0	0
	Deductivo	1	7	7	21
VA (Org ajuste-creatividad)	Hipotético	24	19	8	3
	Inductivo	4	6	1	0
	Deductivo	3	12	16	45
EARA (Ajuste-adaptación)	Hipotético	15	28	5	4
	Inductivo	1	15	3	1
	Deductivo	3	18	40	40

IV.2.6.J. Análisis de las competencias cognitivas respecto a las personas que han hecho ciencia

La tabla XXIV señala que los resultados obtenidos para las personas que han trabajado en el ámbito de la ciencia están ligados con diferentes competencias cognitivas.

La competencia “buscar”, “formalizar,...”, “elaborar,...”, “comparar,...”, “analizar” y “valorar,...” están ligadas con personas del ámbito de la electricidad (estrategias de categorización, formalización, elaboración, interpretación y organización del ajuste). Los temas sobre la tierra y el universo están ligados con la competencia “elaborar,...” (estrategia cognitiva elaboración). Se constata que citar y desarrollar ideas de personas que han hecho ciencia promueve diferentes competencias, de complejidad creciente (en el tema electricidad) y en competencias de mayor complejidad (tanto a nivel de estrategias cognitivas desarrolladas como en las fases del ciclo de aprendizaje).

Las personas del ámbito de la electricidad aparecen en actividades de la fase de formalización o síntesis y en la fase de aplicación y/o evaluación.

Los temas ligados con la Geología o el universo se desarrollan tanto en las fases del ciclo de aprendizaje de inferior complejidad (estrategias de categorización) o mediante estrategias más complejas (estrategias de elaboración e interpretación) ya que el universo es un tema abstracto y complejo, además de ser motivador. Principalmente aparecen en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.

Tal y como se señaló con anterioridad en las disciplinas de Química y Biología (podemos relacionarlos con los temas interdisciplinarios) apenas aparecen citados personas del ámbito de la ciencia ni tampoco aparecen en las actividades mujeres científicas.

Por otra parte en el primer ciclo de Educación Primaria se desarrollan las competencias “comparar,...” y “valorar,...” (Franklin), en el segundo ciclo observar está ligado con el colectivo de científicos que trabaja en la geología y con Volta

(electricidad). “Elaborar hipótesis” está ligado con la mecánica, tema más intuitivo que la electricidad (las teorías se propusieron con anterioridad que en el electromagnetismo). Finalmente personas que han elaborado teorías o aparatos complejos como Van der Graaf están ligadas con la competencia “buscar”.

Tabla XXIV. *Personas científicas presentes en las secuencias didácticas y competencias cognitivas desarrolladas.*

Competencia cognitiva	FE	FINPV	FFS	FAE
OB (“Observar...”		Personas del ámbito de la geología		Volta
ID (“Identificar,...”)		Mohs	Faraday	
		Thales, William Gilbert, Charles Francois Du Fay,		
BU (“Buscar,...”)		Benjamin Franklin, Volta, Dalton Hans Christian Oersted, Faraday, Edison, Van der Graaff.	Van der Graaf	
		Personas-Electricidad		
FO (“Formalizar,...”)			Ohm, Samuel Morse	Volta
CO (“Comparar,...”)			El rayo B. Franklin	
CL (“Clasificar”)		Personas del ámbito de la geología		
EH (“El. Hipótesis”)		Personas Paleontólogas, Newton		
AN (“Analizar”)			Oersted, Van der Graaf	
		Neil Armstrong, Yuri Gagarin, Galileo Galilei, Nicolas Copérnico,		
EL (“Elaborar,...”)		Thales, William Gilbert, Charles Francois Du Fay, Benjamin Franklin, Volta, Dalton Hans Christian Oersted, Faraday, Edison, Van der Graaff.		
VA (“Valorar,...”)			El rayo B. Franklin	

En el tercer ciclo encontramos una mayor diversidad de competencias cognitivas: “Identificar,...”, con “Personas paleontólogas”, “buscar,...” y “elaborar,...” con los científicos/as del campo del electromagnetismo, “formalizar,...” con Ohm, Morse y Volta, “clasificar,...” con “Personas geólogas”, “elaborar hipótesis” con “Personas paleontólogas”, “analizar,...” con Oersted y “elaborar,...” con Neil Armstrong.

En consecuencia se constata que las competencias cognitivas aparecen ligadas más al tema o a la disciplina científica y a su nivel de concreción o abstracción. Disciplinas más relacionadas con la tierra y el universo está ligado con observar, buscar y elaborar, y desde el primer ciclo, y en temas de mayor abstracción y complejidad como la electricidad, en el segundo y principalmente en el tercer ciclo, y en la parte final del ciclo de aprendizaje.

IV.3. Competencias cognitivo-lingüísticas

En este apartado de la memoria se analizan los resultados obtenidos para las competencias cognitivo-lingüísticas (apartado 3.8.4 del marco teórico) y se discuten los resultados obtenidos (Etxabe Urbieta, 2005b, Etxabe Urbieta, 2006a).

Tabla XXV. *Número de actividades por competencia cognitivo-lingüística*

Competencias Cognitivo-lingüísticas	Abreviaturas	Número de actividades en E. P.	Frecuencia relativa (%) del número de actividades en E. P.
Descripción	DS	1079	27,2
Explicación	E	1179	29,7
Definición-síntesis-generalización	DF	457	11,5
Justificación	J	259	6,5
Argumentación	A	80	2,0
Interpretación de Dibujos y Fórmulas	IDJ	733	18,5
Otros (hechos, etc.)	Otros	185	4,7

La tabla XXV muestra los resultados obtenidos para las competencias cognitivo-lingüísticas. En ellos se constata que en las actividades analizadas para Educación Primaria se emplean principalmente descripciones, explicaciones e interpretación de dibujos y de fórmulas. En menor medida y en orden decreciente emplean definiciones, justificaciones, datos y hechos, y argumentaciones (Etxabe Urbieta 2008e, Jiménez Aleixandre y Gallástegui, 2011). Córdoba Martínez, Castelblanco Castro y García-Martínez (2018) han analizado las habilidades cognitivo-lingüísticas de cinco estudiantes en modalidad virtual a distancia y señalan que se pueden mejorar dichas habilidades, de forma sincrónica y asincrónica, desarrollando los contenidos y la escritura social a través de una comunicación dialógica. Han utilizado el modelo de Jorba y Sanmartí (1996) pero han añadido cuatro actividades de

progreso, para realizar un constante monitoreo de la evolución de los procesos del alumnado.

IV.3.1. Explicación

Aunque la competencia explicación presenta complejidad, el alumnado del grado en Educación Primaria plantea esta competencia en muchas actividades. Se utiliza para comprender y expresar textos estructurados, organizadas, pertinentes y completivas desde el punto de vista de las teorías científicas.

Uno de los problemas de esta competencia es la memorización (no plantear las actividades desde un punto de vista socioconstructivista) o el empleo de conocimientos no pertinentes o incompletos desde la ciencia. La primera dificultad se solventa en las sesiones presenciales, mientras que la segunda en las sesiones de tutoría. En ellos se corrigen los significados científicos y tratamos de que el planteamiento y desarrollo de las actividades posea corrección y adecuación desde la ciencia.

Además Los textos explicativos a pesar de ser abstractos (dificultad de establecer relaciones significativas, comprensión del léxico, en la organización y estructuración de ideas, utilización de tiempos verbales y conectores, tendencia a la polisemia) se emplean en muchas actividades.

Antes de su ingreso en la universidad y en las sesiones presenciales están muy acostumbrados al empleo de las explicaciones. Espontáneamente y acríticamente lo plantean en las actividades. Estas competencias cognitivo-lingüística se proponen en un 29,7% de las actividades.

La tabla XXVI y la figura 53 muestran los datos a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria. Se constata una tendencia creciente en su utilización del primer al tercer ciclo. Se debe a las dificultades señaladas con anterioridad.

IV.3.2. Descripción

En un 27,2% de las actividades proponen la competencia descripción. En estas actividades se solicita la producción de enunciados para enumerar las cualidades, datos objetivos, propiedades o características de los objetos y fenómenos. Presentan un nivel de exigencia inferior a las explicaciones, ya que son contenidos de mayor nivel de concreción y un mayor carácter de simplicidad que las explicaciones.

En la tabla XXVI y en la figura 53, se constata que en el primer ciclo se proponen las descripciones en un 30,1% y las explicaciones en un 23,9%, en el segundo ciclo de Educación Primaria 28,7% y 29,9%, y en el tercer ciclo de Educación Primaria un 24,3% de descripciones y un 35,8% de explicaciones. La tendencia en ambas competencias es inversa. En ambos casos los textos presentan dificultades (conocimiento de los criterios para realizarlo, diferenciación ente observaciones e inferencias, estructura, verbos, sustantivos, adjetivos y conectores empleados, cambios y situación de equilibrio, etc.) y se emplean en un gran número de actividades.

Estos resultados están de acuerdo con el desarrollo de la secuencia didáctica, ya que la evolución de la secuencia didáctica se produce en el caso de las descripciones desde 313 actividades de la fase de exploración hasta las 246 actividades de la fase de aplicación y/o evaluación por las 386 actividades de la fase de introducción de nuevos puntos de vista y 134 actividades en la fase de formalización (tabla XXVII y figura 54). Sin embargo las explicaciones se utilizan en mayor medida en la fase de formalización o síntesis (en 416 actividades) y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (304 actividades), en menor medida en la fase de aplicación y/o aplicación (262 actividades) y 197 actividades para la fase de exploración.

IV.3.3. Interpretación de dibujos y fórmulas

La interpretación de dibujos y de fórmulas se emplea en 733 actividades. Se expresa través de un modo visual o gráfico, y ayuda a imaginar, a expresar los conocimientos y a autorregular sus conocimientos. Se utiliza (tabla XXVI y la figura

53) en un 20% de las actividades, (25% en el primer ciclo y 16% en el segundo y tercer ciclo aproximadamente). Se emplea en mayor medida en el primer ciclo, por una parte por tratarse de una edad en la que están aprendiendo a leer y a escribir, por otra parte para motivar y para estimular cognitivamente y para promover el aprendizaje significativo.

Se utiliza mayoritariamente en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, en la fase de formalización o síntesis y en la fase de aplicación y/o evaluación. Se emplea en actividades más complejas y más abstractas, que son las que necesitan en mayor medida los dibujos y las representaciones esquemáticas (Etxabe Urbieta, 2005b, Etxabe Urbieta, 2006a).

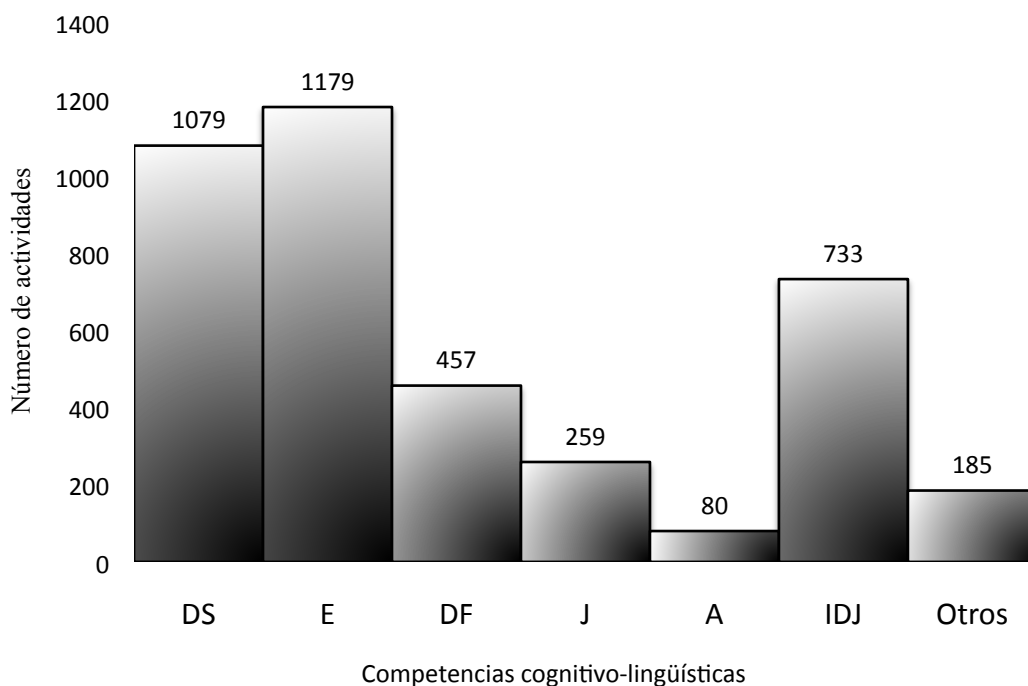


Figura 52. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas a lo largo de las 3972 actividades analizadas (DS descripciones, E explicaciones, DF definiciones, J justificaciones, A argumentaciones e IDJ imágenes).

IV.3.4. Definiciones

Las definiciones se emplean en 457 actividades (11,5%). Es inferior a las anteriores competencias y puede significar dificultad para proponer en las secuencias del alumnado del grado.

Es complejo ya que establecer las características esenciales de forma jerárquica, emplear las ideas necesarias y suficientes, no es fácil y es coherente con el resultado obtenido.

La tabla XXVI y la figura 53 muestran que se emplean en mayor medida en el tercer ciclo (13,7%), 12.8% en el segundo ciclo y 8,2% en el primer ciclo. Las dificultades ligadas a la complejidad y a la abstracción suponen que se empleen de forma diferenciada en los tres ciclos de Educación Primaria. Además la tabla XXVII y la figura 54 muestra que se utiliza en mayor medida en la fase de aplicación y/o evaluación, seguido de la fase de formalización o síntesis. Se emplea en menor medida en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en menor medida en la fase de exploración.

Esto puede significar que imaginen una mayor adecuación definir un concepto al final de una secuencia didáctica, y en mayor medida al principio. Este empleo de definiciones, es una tendencia que se evidencia en los datos obtenidos, y también en el reducido número de actividades con las que se inicia la secuencia didáctica. De todos modos, existen dificultades como el desconocimiento del marco teórico-conceptual, selección de las ideas necesarias y suficientes, precisión del lenguaje y los conocimientos previos. Influyen y se refleja en un menor número de actividades en el primer ciclo y en la fase de exploración.

Los resultados señalan que se trata de una competencia más apropiada para formalizar, reestructurar, y para aplicar o autorregular los aprendizajes. El alumnado de grado no lo plantea para comenzar una secuencia didáctica, lo que confirma la complejidad de elaborar y comprender las definiciones.

IV.3.5. Justificaciones

Las justificaciones se emplean en 259 actividades (6,5%), es decir se emplea en un reducido número de actividades. Son textos en los que se relacionan los hechos observados con su causa, y ello en el marco de una teoría. Las dificultades para su uso estriban en que, hay que generar razones, establecer relaciones para evaluar su aceptabilidad o su corrección, modificar el valor epistémico que conceden a una idea,

identificar hechos, realizar observaciones y utilizar los conocimientos teóricos. A veces el alumnado tiende a utilizar otro tipo de explicaciones (El hajjami, Lahlou, Benyamna, Tiberghien, 1999)

Por ello se emplean en menor medida que las explicaciones, descripciones, interpretaciones de dibujos y definiciones. A pesar de ello se trata de una actividad cognitivo-lingüística fundamental en la ciencia, y es un pensamiento que utiliza el alumnado.

La tabla XXVI y la figura 53 muestran que emplean de modo similar en los dos ciclos de Educación Primaria, pero en mayor número de actividades en el tercer ciclo. Las dificultades ligadas a la complejidad (generar razones y evaluar) y a la abstracción (utilizar un modelo teórico), implica un uso inferior en el primer (5,2%) y segundo ciclo (5,7%). Además, en el tercer ciclo, tampoco se usan en una proporción elevada de actividades (8,7%).

Tabla XXVI. Frecuencia relativa (%) del número de actividades calculadas sobre cada ciclo de Educación Primaria

Competencias Cognitivo-lingüísticas	Ciclo de Educación Primaria	Frecuencia relativa (%)
Descripción (DS)		30,1
Explicación (E)		23,9
Definición-síntesis-generalización (DF)		8,2
Justificación (J)	1	5,2
Argumentación (A)		2,0
Interpretación de Dibujos y Fórmulas (IDJ)		24,9
Otros (hechos, etc.)		5,7
Descripción (DS)		28,7
Explicación (E)		29,9
Definición-síntesis-generalización (DF)		12,8
Justificación (J)	2	5,7
Argumentación (A)		2,3
Interpretación de Dibujos y Fórmulas (IDJ)		16,1
Otros (hechos, etc.)		4,4
Descripción (DS)		24,3
Explicación (E)		35,8
Definición-síntesis-generalización (DF)		13,7
Justificación (J)	3	8,7
Argumentación (A)		1,8
Interpretación de Dibujos y Fórmulas (IDJ)		15,6
Otros (hechos, etc.)		0,0

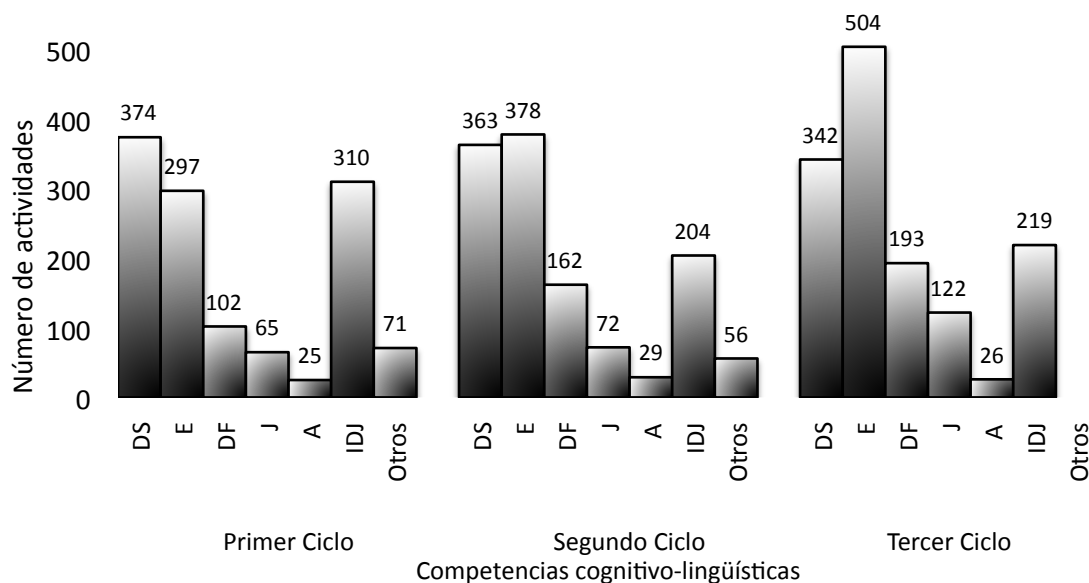


Figura 53. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas por cada ciclo de Educación Primaria.

La tabla XXVII y la figura 54 muestra que se utiliza en todas las fases, principalmente en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (79 actividades) y en la fase de aplicación y/o evaluación (67 actividades) y la fase de exploración (63 actividades). Esto significa que se emplea en diferentes momentos de la secuencia didáctica, con anterioridad o con posterioridad a la formalización, y en la propia formalización.

Se trata de actividades para producir razones, analizar y evaluar su corrección y su adecuación respecto al marco teórico. Además puede analizarse a la luz de las evidencias la validez del conocimiento en diferentes momentos de la secuencia didáctica. Implica aceptar el conocimiento de forma individual o de forma grupal. Se pueden tener diferentes planteamientos para producir conocimiento, y establecer relaciones causales entre el conocimiento teórico y las razones propuestas. Se plantea por tanto en actividades dinámicas, sobre evidencias concretas y como aplicación o evaluación de conocimientos abstractos.

Las dificultades suponen en muchos casos tautologías, errores epistémicos, existencia de contradicciones, empleo de diferentes niveles de abstracción, dificultades con las relaciones entre patrones semióticos y retóricos, influencia del

contexto, pertinencia, completitud, precisión y organización del texto. Estas dificultades explican un mayor empleo en el tercer ciclo de Educación Primaria.

La tabla XXVII y la figura 54 muestra que se utiliza en mayor medida en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación y/o evaluación, lo que denota que se emplea en diferentes momentos del ciclo de aprendizaje. Se plantea para introducir ideas y para autorregular los conocimientos formalizados en la tercera fase. Se generan inquietudes cognitivas y epistémicas, que se manifiestan en la propuesta de actividades dinámicas.

IV.3.6. Argumentaciones

Las argumentaciones sólo se emplean en 80 actividades (2,0%). Indica falta de costumbre, escasa utilización niveles preuniversitarios, ideas implícitas, o dificultad de uso en las actividades. Al tratarse de textos en los que se pretende convencer a otras personas, mostrando la idoneidad o validez de nuestro modelo teórico, no es fácil para nuestro alumnado diseñar actividades con esta competencia. Así lo utilizan en muy pocas actividades, se necesita gran activación conceptual y actividad interpersonal, además del empleo de analogías, metáforas, entre otras figuras retóricas. Supone una enorme labor de preparación de la actividad y un gran dominio de los contenidos científicos, aspecto complicado ya que en muchos casos nuestro alumnado tiende a la simplificación y superficialidad.

Se trata de una actividad cognitivo-lingüística fundamental en la ciencia, y debe emplearse en el aula, pero los resultados señala que presenta dificultades para el alumnado del grado en Educación Primaria. Esto lo constatamos en la tabla XXVI y en la figura 53 y debido a estas dificultades y a la abstracción (utilización un modelo teórico), supone un reducido uso en los tres ciclos de Educación Primaria. En un primer momento parece más apropiada su utilización en el tercer ciclo, pero es ligeramente inferior al primer y segundo ciclo.

La tabla XXVII y la figura 54 muestra que se utiliza escasamente en todas las fases, principalmente en la fase de formalización o síntesis (10 actividades). Se emplea sobre todo en la fase de exploración (28 actividades) y en la fase de

introducción de nuevos puntos de vista (27 actividades). Así se emplea en diferentes momentos de la secuencia didáctica, principalmente con anterioridad a la formalización.

Se trata de actividades en las que se plantean situaciones problemáticas, para convencer, para mostrar la validez del conocimiento. Así se plantea al inicio de la secuencia didáctica. No es fácil, implica trabajo, originalidad, relación con situaciones cercanas y abiertas, y empleo para proponer ideas en problemas abiertos.

Se trata de una competencia compleja, en la que hay que emplear adecuadamente razones, relacionadas de forma lógica con la afirmación inicial, y establecer una línea argumentativa clara. Pero consideramos que el alumnado del grado en Educación Primaria posee tendencia hacia la simplificación y superficialidad. En el aula se ha constatado empíricamente dificultad para identificar variables que estén interrelacionadas con el problema. Además presenta complejidad en la construcción y uso de oraciones para elaborar las relaciones lógico-argumentales.

El alumnado del grado, en muchos casos, posee un pensamiento intuitivo y lineal, que implica atomización, carácter mecanicista y un pensamiento que tiende a lo estático. Este simplismo cognitivo y científico (proviene del bachillerato de humanidades y ciencias sociales en su mayor parte según los vínculos que expresan los portales de internet dedicados a la orientación educativa) implica que tienden a diseñar actividades más simples, en las que no haya que elaborar conclusiones, ni seleccionar evidencias, con escasa selección de informaciones relevantes, y plantear situaciones sin o con escasa problemática.

Además la tabla XXVII y la figura 54 muestra que se utiliza en mayor medida en la fase de exploración (FE) e introducción de nuevos puntos de vista (FINPV) lo que denota que se plantea para que el alumnado reflexione sobre situaciones cercanas y simples, de modo activo y dinámico. Así se pretende activar el pensamiento y para tratar de evolucionar los conocimientos previos. Además, proporcionalmente es reseñable que más que para formalizar (FFS), se emplea para aplicar o evaluar (FAE), pero en menor número de actividades que al inicio de la secuencia didáctica.

Tabla XXVII. *Número de actividades de las competencias cognitivo-lingüísticas en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje.*

Competencia cognitivo-lingüística	FE	FINPV	FFS	FAE
Descripción (DS)	313	386	134	246
Explicación (E)€	197	304	416	262
Definición-síntesis-generalización (DF)	77	96	128	156
Justificación (J)	63	79	50	67
Argumentación (A)	28	27	10	15
Interpretación de Dibujos y Fórmulas (IDJ)	103	210	209	211
Otros (hechos, etc.)	42	61	46	36

IV.3.7. Datos y hechos

Por otra parte hay actividades en las que se solicita al alumnado o se proponen datos y hechos concisos y precisos que ocurren en un espacio y tiempo. No constituyen verdaderas habilidades cognitivo-lingüísticas ya que su carácter cognitivo es reducido. Sin embargo se plantean en diferentes temas, contextos, son informaciones o datos relevantes al relacionar con conceptos o teorías de forma significativa, y están ligados con análisis o valoraciones para dar sentido a actividades científicas.

Se han propuesto en 185 actividades (4,7%) estos hechos y datos sintéticos o esquemáticos, en el primer ciclo (5,7%), en el segundo ciclo (4,4%), y 4,0% en el tercer ciclo. Su empleo es mayor en el primer ciclo. En el segundo y tercer ciclo los textos son más largos, y por ello se emplean menos datos y hechos.

El alumnado del grado en Educación Primaria propone contenidos con expresiones lingüísticas y con reducido carácter cognitivo. En muchos casos tratan de simplificar contenidos que poseen una cierta abstracción y complejidad. Así, estas actividades cognitivamente simples proponen en los tres ciclos.

Suelen ser actividades de tipo memorístico solicitando respuesta a un dato o a una información, un problema o un trabajo práctico que necesita datos o la misma solución que es un dato, un dato histórico (no es lo más habitual en Ciencias de la Naturaleza). A veces se emplea en un juego en el que haya que utilizar datos o hechos, buscar datos empleando las TICs, imágenes que al interpretar necesitamos datos o datos que aparecen en relatos de ficción (Etxabe Urbieta 2008f).

Respecto al ciclo de aprendizaje, se proponen en todas las fases, con mayor número de actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (61 actividades) y en la fase de formalización o síntesis (46 actividades). El alumnado del grado en Educación Primaria propone estas actividades principalmente para provocar la evolución de las ideas o para formalizar. También se emplean en la detección de conocimientos previos (42 actividades) o para aplicar y/o evaluar, pero el número de actividades es inferior (36 actividades).

No se pueden encuadrar en los anteriores patrones lingüísticos de forma clara, pero el alumnado del grado en Educación Primaria suele emplearlos para concretar o delimitar algunas informaciones como datos y hechos, en ocasiones anecdóticos.

IV.3.8. Competencias cognitivo-lingüísticas por fases del ciclo de aprendizaje.

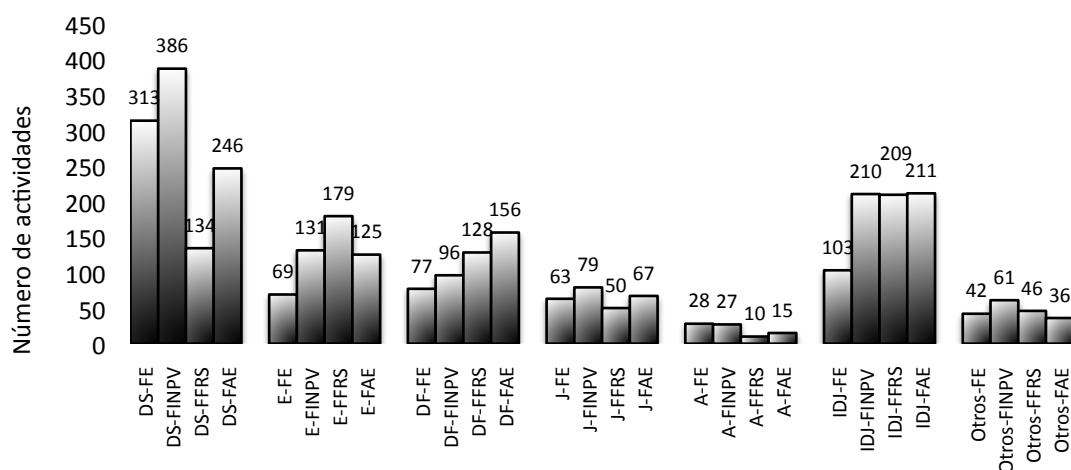


Figura 54. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje.

Los resultados de las competencias cognitivo-lingüísticas se agrupan y se sintetizan en la figura 54 y en la tabla XXVIII expresados en forma de número de actividades y del porcentaje del número de actividades y desglosados por fases del ciclo de aprendizaje. La expresión de las abreviaturas se ha realizado mediante su unión.

Tabla XXVIII. Frecuencia relativa del número de actividades en las que se desarrollan las competencias lingüísticas sobre cada una de las fases

Competencia cognitivo-lingüística	FE	FINPV	FFS	FAE
Descripción (DS)	45,0	39,0	17,7	28,7
Explicación (E)	9,9	13,2	23,7	14,6
Definición-síntesis-generalización (DF)	11,1	9,7	16,9	18,2
Justificación (J)	9,1	8,0	6,6	7,8
Argumentación (A)	4,0	2,7	1,3	1,8
Interpretación de Dibujos y Fórmulas (IDJ)	14,8	21,2	27,6	24,6
Otros (datos, hechos, etc.)	6,0	6,2	6,1	4,2
Desviación típica	14,0	12,4	9,8	10,2

Las figuras 55, 56, 57 y 58 expresan los resultados obtenidos para las fases del ciclo de aprendizaje. Estos resultados obtenidos para las competencias cognitivo-lingüísticas son similares en las dos primeras fases del ciclo de aprendizaje para las descripciones, 45% y 30% (figuras 55 y 56). En estas dos primeras fases el resto de competencias presenta valores inferiores. En la fase de introducción de nuevos puntos de vista, comparado con la exploración, se constata un ligero incremento para la explicación y la interpretación de dibujos. En cada fase la dispersión en cada uno de los patrones lingüísticos es muy elevada, es decir la utilización de los diferentes patrones lingüísticos es diferente.

La fase de formalización o síntesis (figura 57) se caracteriza por un menor número relativo de descripciones y un mayor número de explicaciones, definiciones e interpretación de dibujos. La formalización supone sobre todo un mayor grado de abstracción y una mayor complejidad. Es coherente con un número superior de explicaciones, definiciones e interpretación de dibujos y fórmulas. Igualmente se plantean actividades como descripciones y decrece el número de justificaciones y argumentaciones desde la fase de exploración hasta la fase de formalización o síntesis.

En la tabla XXVIII muestra que en la fase de aplicación y/o evaluación proponen mayor número de descripciones, menor número de explicaciones, ligeramente mayor número de definiciones, justificaciones y argumentaciones, y ligeramente menor número de dibujos.

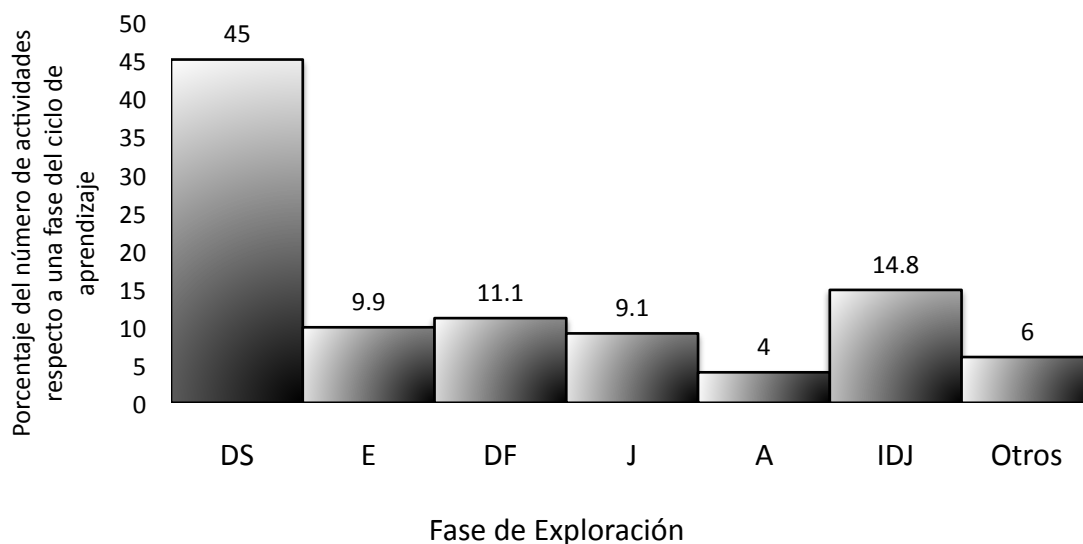


Figura 55. Frecuencia relativa (%) de las actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en la Fase de Exploración.

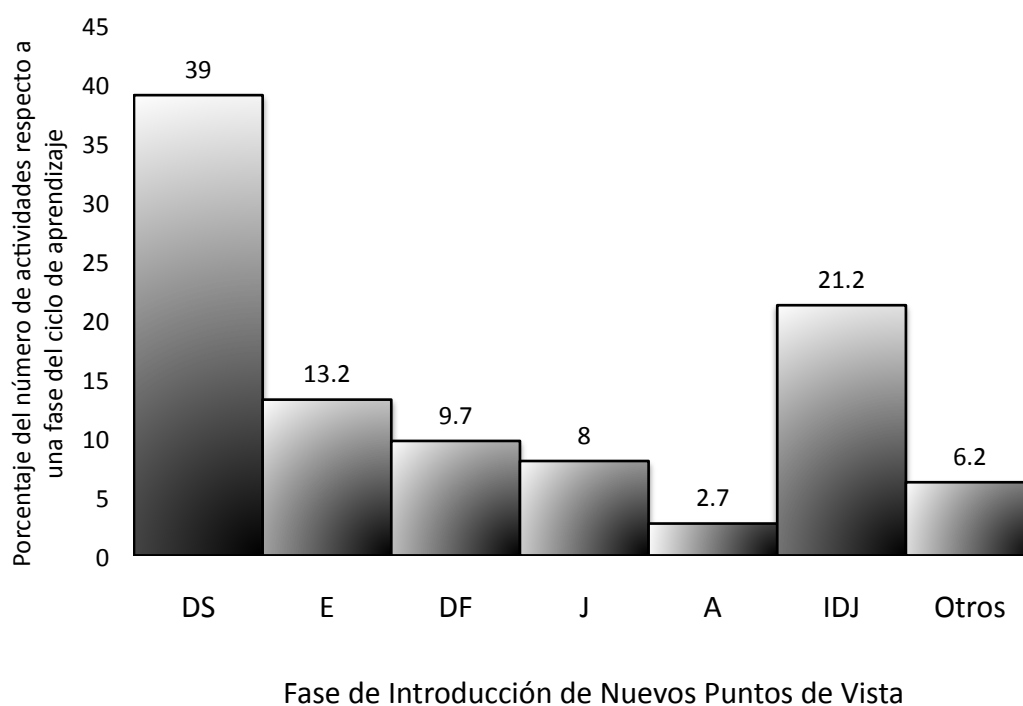


Figura 56. Frecuencia relativa de las actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en la Fase de Introducción de Nuevos Puntos de Vista.

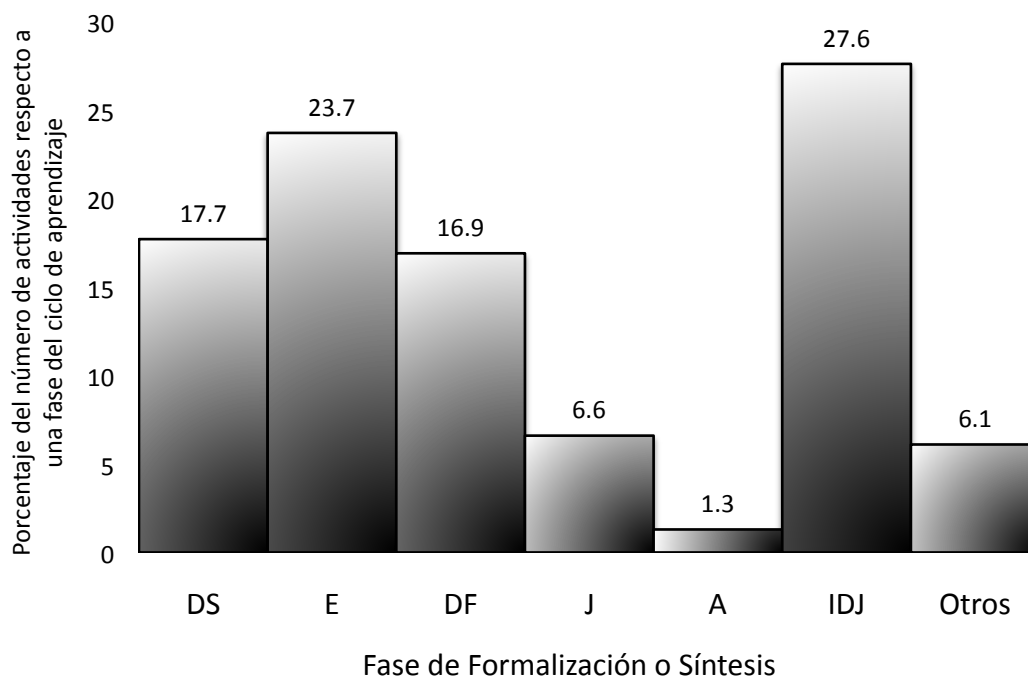


Figura 57. Frecuencia relativa de las actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en la Fase de Formalización o Síntesis.

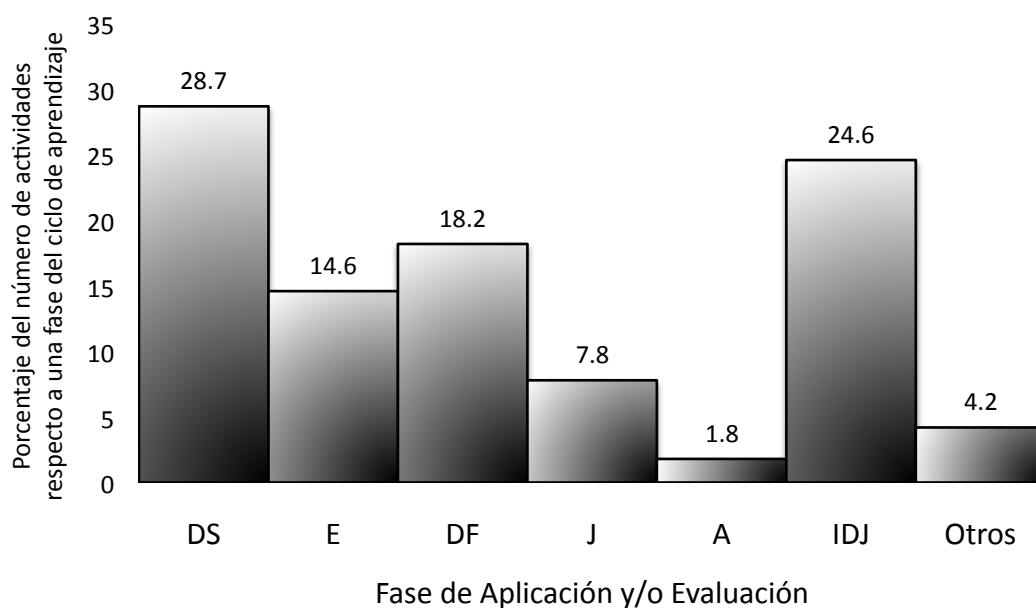


Figura 58. Frecuencia relativa de las actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas en la Fase de Aplicación y/o Evaluación.

Por tanto se constata que se emplean diferentes patrones lingüísticos en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje:

- Las secuencias se inician (FE y FINPV) con la presentación de la realidad tal y como es, se visualizan regularidades, se desarrollan actividades cognitivas a través de la enumeración de cualidades, propiedades y características de objetos, organismos o fenómenos. Se manifiesta en el número de descripciones.
- En la tercera fase (FFS) predomina la formación y relación de conceptos, para interpretar a la luz de un marco teórico de forma ordenada, y formalizar o sintetizar los contenidos. Las definiciones se plantean principalmente en esta fase y en la fase de aplicación y/o evaluación. Son figuras lingüísticas sintéticas y explicativas, en la que se relacionan ideas (significados) de forma jerárquica a través de regularidades y diferencias.
- Se propone mayor número de justificaciones y argumentaciones antes y después de la formalización. Se relacionan los hechos con su causa a través de teorías, produciendo razones, y se establecen relaciones evaluando su valor como conocimiento. También se elaboran textos para convencer a otras personas mostrando el grado de validez y empleando un gran número de evidencias o conocimientos teóricos.
- Las fases de introducción de nuevos puntos de vista y formalización (FINPV y FAE) son más dinámicas. Por el contrario, la fase de formalización o síntesis (FFS) presenta actividades más abstractas y menos dinámicas (Etxabe Urbieto 2020 a y 2020b).

IV.3.8.A. Análisis de cada competencia cognitivo-lingüística

La discusión anterior se representa para cada competencia cognitivo-lingüística una a una.

IV.3.8.B. Descripciones

La tabla XIX y la figura 59 muestran el número de actividades y porcentaje de la competencia cognitivo-lingüística “descripción” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y ciclos de Educación Primaria.

Se observa que la tendencia correspondiente a los resultados es muy similar en cada uno de los ciclos de Educación Primaria. Por el contrario son muy diferentes los resultados obtenidos para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado del grado en Educación Primaria propone un mayor número de actividades en la fase de exploración (FE), introducción de nuevos puntos de vista (FINPV) y aplicación y/o evaluación (FAE). Se propone relativamente un menor número de actividades para la fase de formalización o síntesis (FFRS), principalmente en el segundo y tercer ciclo de Educación Primaria.

En esta competencia se enumeran las cualidades, datos objetivos, propiedades o características de los objetos a lo largo de una secuencia temporal y/o espacial, con lo que es coherente con el mayor número de actividades en la segunda y cuarta fase (FINPV y FAE). Estas actividades señalan *como son* los sistemas naturales y artificiales, lo *que pasa* cuando pensamos en los cambios que se producen en los fenómenos y *cómo pasa* en relación a alguna regularidad. Mendoza Díaz, Berón Carrillo, y Cabrera Castillo (2017) señalan que las respuestas descriptivas del alumnado de 8-10 años se elaboran a través de oraciones con sentido completo, y claridad cuando se presentan imágenes con amplitud de detalles. Además, señalan que el contacto directo con las plantas es una referencia para elaborar las oraciones. Indican que desarrolla su pensamiento científico, holístico, reflexivo, proporcionando cohesión y coherencia y fomentando el la descripción como inicio hacia la argumentación.

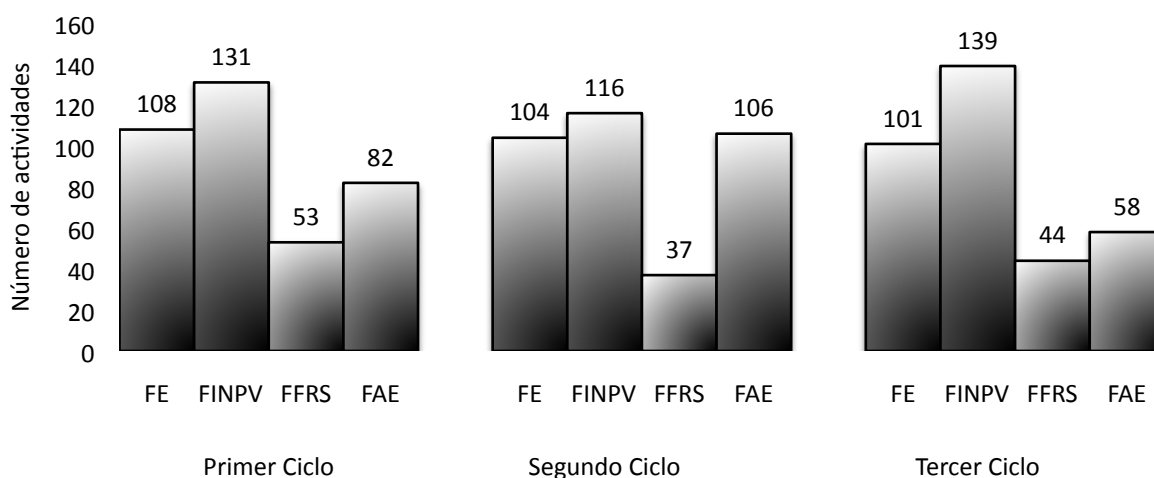


Figura 59. Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Descripción” en cada una de las fases de la secuencia didáctica.

Tabla XXIX. Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “descripción” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y en cada ciclo. C1 expresa Primer Ciclo, C2 Segundo Ciclo y C3 Tercer Ciclo.

Ciclo de Educación Primaria	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades	Frecuencia relativa (%) del número de actividades
C1 Primer Ciclo	FE	108	10,0
	FINPV	131	12,1
	FFS	53	4,9
	FAE	82	7,6
C2 Segundo Ciclo	FE	104	9,6
	FINPV	116	10,8
	FFS	37	3,4
	FAE	106	9,8
C3 Tercer Ciclo	FE	101	9,4
	FINPV	139	12,9
	FFS	44	4,1
	FAE	58	5,4

IV.3.8.C. Explicaciones

La tabla XXX y la figura 60 muestran el número de actividades y porcentaje de la competencia cognitivo-lingüística “explicación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y ciclos, y se constata que los resultados son ligeramente similares en cada uno de los ciclos. Por contra son muy diferentes los resultados obtenidos para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado del grado en Educación Primaria propone un mayor número de actividades en la fase de formalización o síntesis, y en menor medida para la fase de introducción de nuevos puntos de vista y para la fase de aplicación y/o evaluación (sobre todo en el primer ciclo). Se propone relativamente un menor número de actividades para la fase de exploración.

A través de las actividades en las que se proponen las explicaciones, se pide al alumnado a que escuche o elabore un discurso propio en el que deben integrar de forma coherente los conocimientos que ha aprendido de modo significativo. Desde el punto de vista cognitivo a través de las explicaciones llega a poseer en su mente un estado de conocimiento comprensible de ideas teóricas fenómenos, resultados, hechos, actitudes y elementos de sistemas físicos y naturales. Es coherente con los resultados obtenidos para esta competencia.

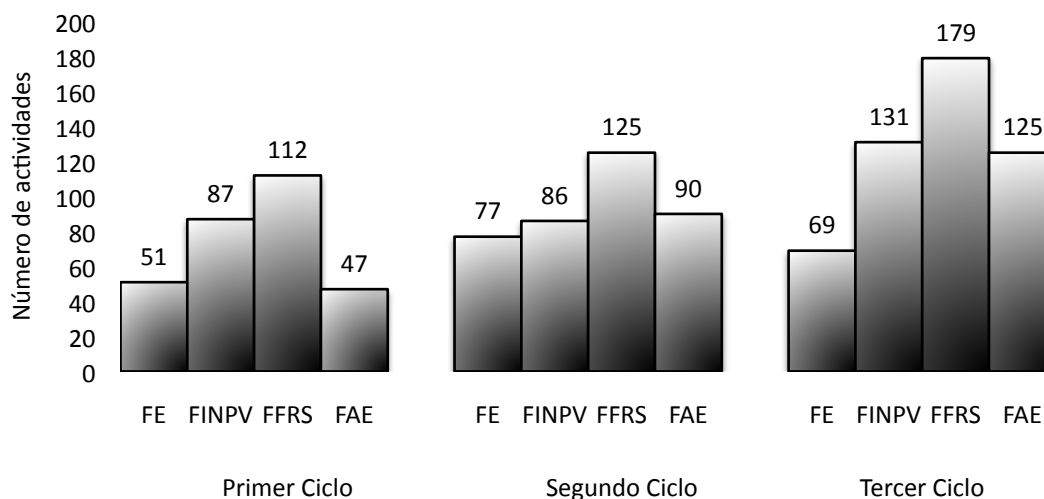


Figura 60. Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Explicación” en cada una de las fases de la secuencia didáctica

Tabla XXX. Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “explicación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje

Ciclo de Educación Primaria	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades	Frecuencia relativa (%) del número de actividades
C1 Primer Ciclo	FE	51	4,3
	FINPV	87	7,4
	FFS	112	9,5
	FAE	47	4,0
C2 Segundo Ciclo	FE	77	6,5
	FINPV	86	7,3
	FFS	125	10,6
	FAE	90	7,6
C3 Tercer Ciclo	FE	69	5,9
	FINPV	131	11,1
	FFS	179	15,2
	FAE	125	10,6

IV.3.8.D. Definiciones

La tabla XXXI y la figura 61 muestran el número de actividades y porcentaje de la competencia cognitivo-lingüística “definición” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y ciclos de Educación Primaria. El número de actividades es diferente en cada uno de los ciclos (102 en el primer ciclo, 162 en el segundo ciclo y 193 en el tercer ciclo). La abstracción y complejidad de las definiciones supone mayor número

de actividades en el tercer ciclo. La tendencia es creciente entre el primer ciclo y el tercer ciclo.

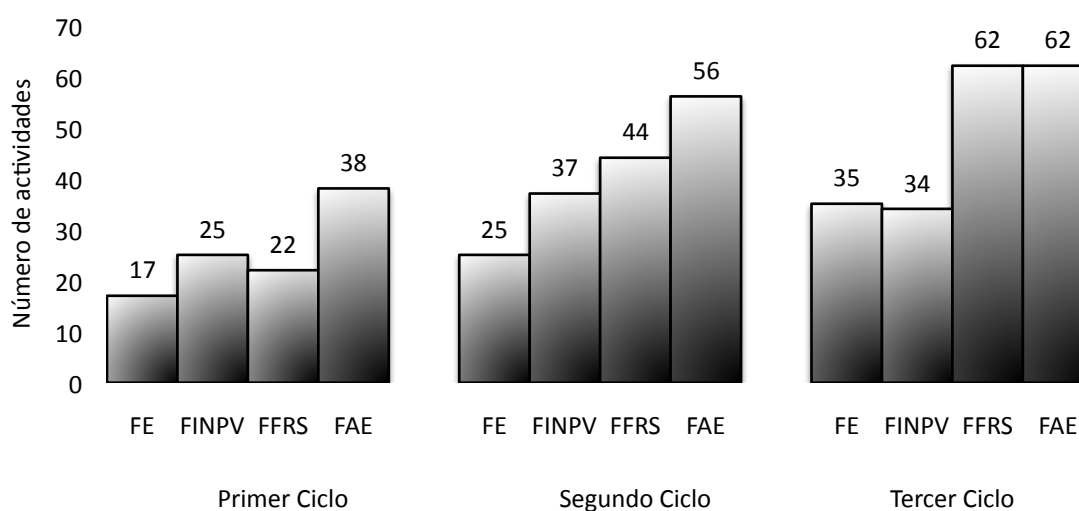


Figura 61. Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Definición” en cada una de las fases de la secuencia didáctica

Tabla XXXI. Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “definición-síntesis” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje

Ciclo de Educación Primaria	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades	Frecuencia relativa (%) del número de actividades
C1 Primer Ciclo	FE	17	3,7
	FINPV	25	5,5
	FFS	22	4,8
	FAE	38	8,3
C2 Segundo Ciclo	FE	25	5,5
	FINPV	37	8,1
	FFS	44	9,6
	FAE	56	12,3
C3 Tercer Ciclo	FE	35	7,7
	FINPV	34	7,4
	FFS	62	13,6
	FAE	62	13,6

Los resultados obtenidos para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje son diferentes. El alumnado del grado propone un mayor número de actividades en la fase de aplicación y/o evaluación (156 actividades), fase de introducción de nuevos puntos de vista (96 actividades) y fase de formalización o síntesis (128 actividades).

De igual modo es inferior para la fase de exploración en los tres ciclos de Educación Primaria (77 actividades).

La mayor parte de las actividades se proponen en las dos fases finales del ciclo de aprendizaje. La estructura de las definiciones consta de un texto afirmativo, explicativo y sintético. Es coherente con los resultados obtenidos (mayor número de actividades para la fase de aplicación y/o evaluación). Se relacionan significados y no se plantea ningún conflicto cognitivo.

IV.3.8.E. Justificaciones

La tabla XXXII y la figura 62 muestran el número de actividades y porcentaje de la competencia cognitivo-lingüística “justificación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y ciclos de Educación Primaria.

Se constata que la tendencia de los resultados es creciente (65 en el primer ciclo, 72 en el segundo ciclo y 122 en el tercer ciclo. Los resultados obtenidos para las fases del ciclo de aprendizaje son diferentes. El alumnado del grado en Educación Primaria propone un mayor número de actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (79 actividades), y similar en las restantes fases 63 en la fase de exploración, 50 en la fase de formalización y 67 en la fase de aplicación y/o evaluación). La mayor parte de las actividades se propone para evolucionar las nuevas ideas o para aplicar o evaluar los conocimientos formalizados.

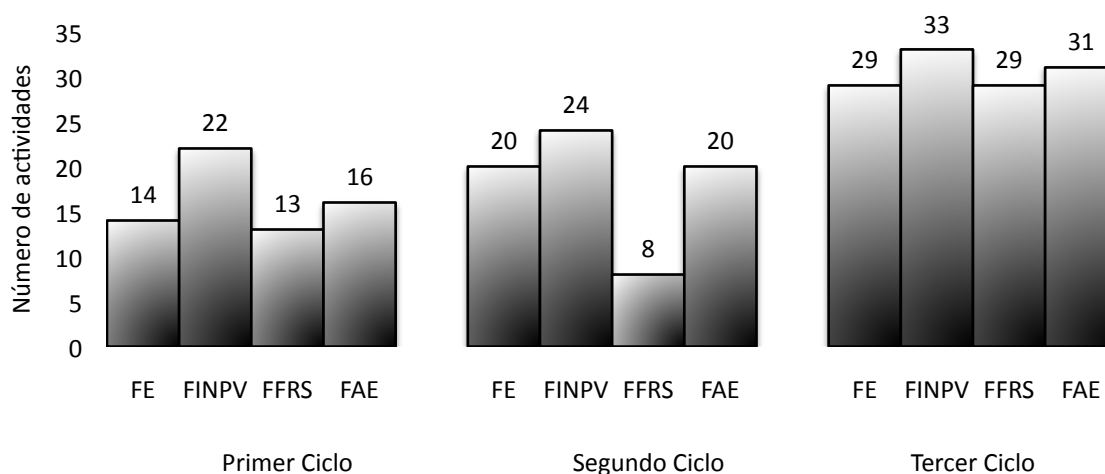


Figura 62. Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Justificación” en cada una de las fases de la secuencia didáctica

Los resultados son coherentes con la idea de que las justificaciones se caracterizan por asociar causas y efectos a los fenómenos. Con ello se entiende el mayor número de actividades propuesto para la fase de aplicación y/o evaluación. Además se emplean teorías y modelos que constan de entidades no observables, es decir, deben imaginar y deben pensar con teorías y modelos, con lo que está de acuerdo en que se emplee en un número mayor de actividades en la última fase. Estas actividades solicitan al alumnado esfuerzo cognitivo, para explicar el porqué o las razones basadas en el conocimiento científico.

Espontáneamente generamos concepciones causales que responden a una determinada visión del mundo, con lo que es lógico que se plantee en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (69 actividades), en la fase de aplicación y/o evaluación (67 actividades) y en menor medida en la fase de exploración (63 actividades) y en la fase de formalización o síntesis (50 actividades).

Tabla XXXII. *Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “justificación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje*

Ciclo de Educación Primaria	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades	Frecuencia relativa (%) del número de actividades
C1 Primer Ciclo	FE	14	5,4
	FINPV	22	8,5
	FFS	13	5,0
	FAE	16	6,2
C2 Segundo Ciclo	FE	20	7,7
	FINPV	24	9,3
	FFS	8	3,1
	FAE	20	7,7
C3 Tercer Ciclo	FE	29	11,2
	FINPV	33	12,7
	FFS	29	11,2
	FAE	31	12,0

IV.3.8.F. Argumentaciones

La tabla XXXIII y la figura 63 muestran el número de actividades y porcentaje de la competencia cognitivo-lingüística “Argumentación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y ciclos de Educación Primaria.

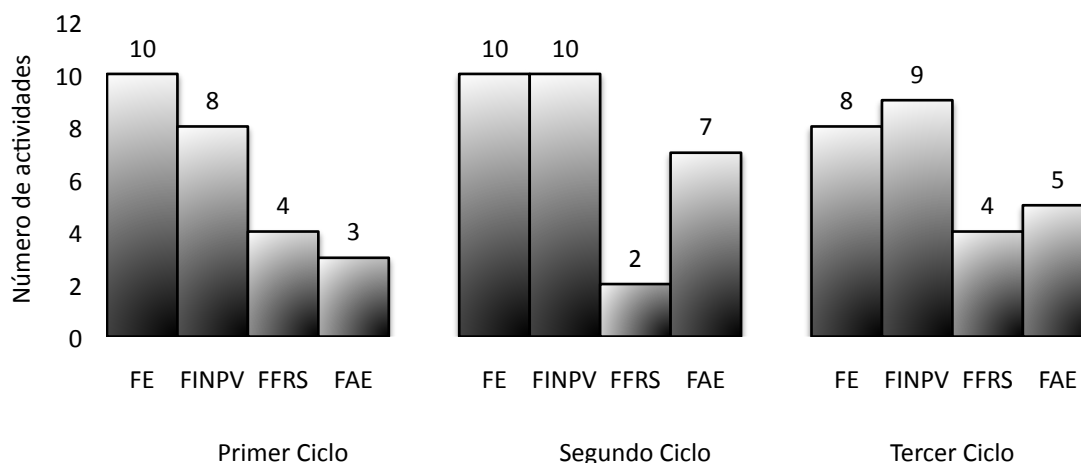


Figura 63. Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Argumentación” en cada una de las fases de la secuencia didáctica

Tabla XXXIII. Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “argumentación” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje

Ciclo de Educación Primaria	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades	Frecuencia relativa (%) del número de actividades
C1 Primer Ciclo	FE	10	12,5
	FINPV	8	10,0
	FFS	4	5,0
	FAE	3	3,8
C2 Segundo Ciclo	FE	10	12,5
	FINPV	10	12,5
	FFS	2	2,5
	FAE	7	8,8
C3 Tercer Ciclo	FE	8	10,0
	FINPV	9	11,3
	FFS	4	5,0
	FAE	5	6,3

Se constata que la tendencia correspondiente a los resultados es similar en cada uno de los ciclos (25, 29 y 26 actividades). Por el contrario son más diferentes los resultados obtenidos las fases del ciclo de aprendizaje (28 actividades para la fase de exploración, 27 para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 10 para la fase de formalización o síntesis y 15 para la fase de aplicación y/o evaluación). Se constata mayor número de actividades al inicio del ciclo de aprendizaje, y así la tendencia es decreciente o presenta un incremento para la aplicación y/o evaluación. A través de estos textos se propone la toma de decisiones sobre situaciones

problemáticas abiertas. Al tratarse de planteamientos abiertos, favorece la elaboración significativa de los modelos científicos escolares, y es más lógico al inicio de la secuencia didáctica. Se elaboran hipótesis y se construyen nuevas afirmaciones y explicaciones en forma de argumentos.

La argumentación favorece el cuestionamiento de sus propios modelos, tener una mente abierta y divergente, y reconocer nuevas ideas a partir de las interacciones en el aula.

IV.3.8.G. Interpretación de dibujos y fórmulas

La tabla XXXIV y la figura 64 muestra el número de actividades y porcentaje de la competencia cognitivo-lingüística “Interpretación de dibujos y fórmulas” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y ciclos de Educación Primaria.

El número de actividades es de 310, 209 y 219 en los tres ciclos de Educación Primaria. Son frecuencias absolutas que muestran un valor más elevado para el primer ciclo. Para las fases del ciclo de aprendizaje se han obtenido 103, 210, 209 y 211 actividades. Se constatan diferencias para las dos variables:

- Se propone mayor número de actividades para el primer ciclo de Educación Primaria. En este ciclo está en proceso de aprendizaje y desarrollo la lectura y la escritura.
- Se propone un mayor número de actividades en el primer ciclo en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, en el segundo ciclo en la fase de aplicación y/o evaluación y en el tercer ciclo en la fase de formalización o síntesis. El menor número de actividades se ha obtenido en la fase de exploración. Se emplea para formalizar en mayor profundidad y lograr el aprendizaje significativo a lo largo del tercer ciclo. En los otros ciclos se emplea para provocar la evolución de los conceptos y para aplicar en nuevos contextos.
- La forma de las figuras es diferente en los tres ciclos. Esto señala que la función de los dibujos varía de un ciclo a otro.

En cualquiera de los ciclos fomentan el aprendizaje significativo, ayudan a la comprensión del medio, tanto su estructura como su funcionamiento. Representan la complejidad de los sistemas existentes en el universo. El alumnado debe interpretar y extraer de las imágenes el máximo significado posible, y debe ayudar a la comprensión de los textos. La ventaja de las imágenes es su rapidez y su facilidad de interpretación, para detectar conocimientos previos y para el aprendizaje significativo.

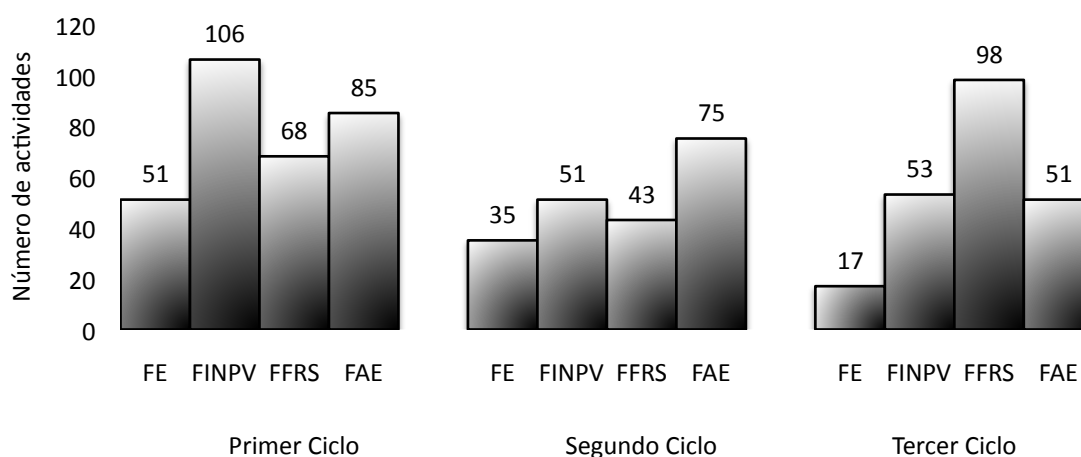


Figura 64. Número de actividades en las que se desarrollan la competencia cognitivo-lingüística “Interpretación de dibujos y fórmulas” en cada una de las fases de la secuencia didáctica

Tabla XXXIV. Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “Interpretación de dibujos y fórmulas” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje.

Ciclo de Educación Primaria	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades	Frecuencia relativa (%) del número de actividades
C1 Primer Ciclo	FE	51	7,0
	FINPV	106	14,5
	FFS	68	9,3
	FAE	85	11,6
C2 Segundo Ciclo	FE	35	4,8
	FINPV	51	7,0
	FFS	43	5,9
	FAE	75	10,2
C3 Tercer Ciclo	FE	17	2,3
	FINPV	53	7,2
	FFS	98	13,4
	FAE	51	7,0

IV.3.8.H. Otros (datos, hechos, etc.)

La tabla XXXV y la figura 65 muestran el número de actividades y porcentaje de la competencia cognitivo-lingüística “datos, hechos, etc.” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje y ciclos de Educación Primaria.

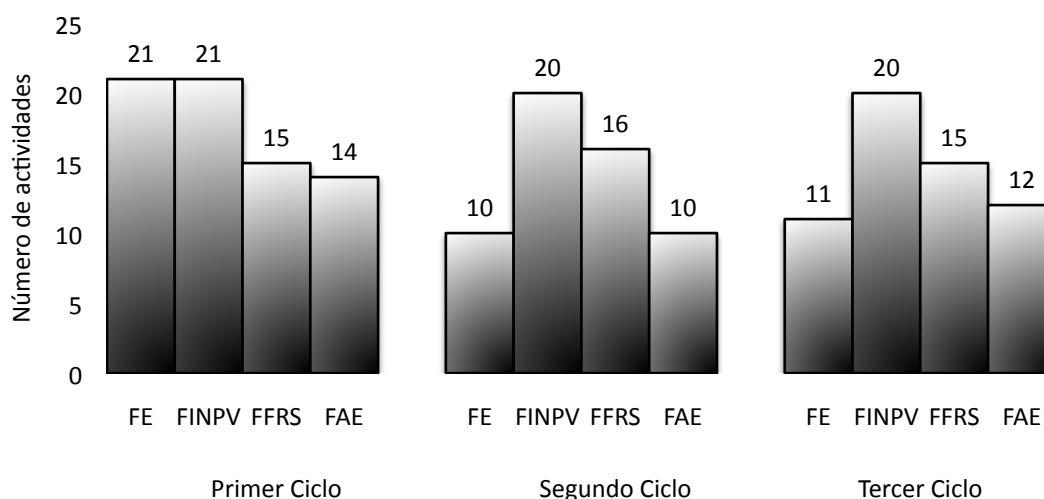


Figura 65. Número de actividades en las que se desarrollan competencia cognitivo-lingüística “Datos, hechos y otros” en cada una de las fases de la secuencia didáctica

Tabla XXXV. Número de actividades y frecuencia relativa (%) de la competencia cognitivo-lingüística “Datos y hechos y otros” a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje

Ciclo de Educación Primaria	Fase de estructuración de los aprendizajes	Número de actividades	Frecuencia relativa (%) del número de actividades
C1 Primer Ciclo	FE	21	11,4
	FINPV	21	11,4
	FFS	15	8,1
	FAE	14	7,6
C2 Segundo Ciclo	FE	10	5,4
	FINPV	20	10,8
	FFS	16	8,6
	FAE	10	5,4
C3 Tercer Ciclo	FE	11	5,9
	FINPV	20	10,8
	FFS	15	8,1
	FAE	12	6,5

Se constata que la tendencia correspondiente a los resultados es similar en el segundo y tercer ciclo y superior para el primer ciclo de Educación Primaria. Por el

contrario son diferentes los resultados obtenidos para cada uno de las fases del ciclo de aprendizaje (superior en la segunda fase e inferior en la cuarta fase). A lo largo del primer ciclo se obtiene mayor número de actividades para la fase de exploración y para la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Se emplea para favorecer el aprendizaje significativo y para detectar conocimientos previos.

Se emplean en las actividades para incrementar la significación de los contenidos producida en las actividades, por tanto a veces se combinan con otros patrones lingüísticos. Así es lógico que se plantee el mayor número de actividades, desde preguntas que exigen como respuesta un dato o una información. También se puede plantear un problema o un trabajo práctico o un juego que necesita ser visualizado, o bien la misma solución es un dato, hay que utilizarlos o buscarlos (TICs). Incluso a veces pueden aparecer en los relatos de ficción (Etxabe Urbieta, 2008f).

Para la fase de exploración se ha propuesto mayor número de actividades para el primer ciclo (21, 10, 11 actividades para los tres ciclos). Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista se han propuesto más actividades pero de modo muy similar para los tres ciclos (21, 20 y 20 actividades). Ocurre algo similar en la fase de formalización o síntesis (15, 16 y 15 actividades) y en la fase de aplicación y/o evaluación (14, 10 y 12 actividades).

A veces son datos y hechos que el alumnado debe formalizar y así interiorizar.

IV.3.9. Competencias cognitivo-lingüísticas a lo largo de cada estrategia cognitiva y competencia cognitiva.

A continuación vamos a analizar la forma en la que el alumnado del grado de maestro/a en Educación Primaria propone trabajar las competencias cognitivas y éstas como se posibilitan y se concretan en habilidades cognitivo-lingüísticas.

La figura 66 muestra el modo en el que cada una de las competencias cognitivo-lingüísticas desarrolla las estrategias cognitivas. Esta figura señala que a través de las descripciones se desarrollan las estrategias de categorización (924 actividades), estrategia de ajuste-adaptación (117 actividades), estrategia de interpretación (101

actividades), estrategia de formalización (73 actividades), estrategia de elaboración (65 actividades) y organización del ajuste-creatividad con 23 actividades (Etxabe Urbieto, Nuño Angos 2015). Se trata de un resultado que indica que se observa la relación entre las descripciones y las estrategias de categorización. Enumerar las cualidades, datos objetivos, propiedades o características de los objetos y proporcionan formas de mirar, ligando las descripciones con las estrategias de categorización. En menor medida se desarrolla el resto de estrategias cognitivas como la estrategia de ajuste-adaptación, ligados con la capacidad de reconocer y de subrayar las diferencias, actuar por "prueba-éxito-error", elaborar hipótesis, etc., que además tienen relación con las diferencias que se representan con la enumeración de cualidades.

Las explicaciones posibilitan desarrollar las estrategias de formalización (347 actividades), las estrategias de organización del ajuste (235 actividades), las estrategias de categorización (209 actividades), estrategias de elaboración (158 actividades) y estrategias de interpretación (154 actividades). Las explicaciones desarrollan de modo más equilibrado varias estrategias cognitivas. Se realizan para desarrollar diferentes operaciones cognitivas con el lenguaje, los conceptos y los sistemas de referencia para mirar el espacio, etc.

Las definiciones desarrollan estrategias de formalización (196 actividades), las estrategias de organización del ajuste (82 actividades), las estrategias de categorización (68 actividades) y las estrategias de elaboración (62 actividades). Mediante esta estrategia cognitiva se constata que la definición favorece la adquisición de conceptos, percepción del espacio, etc.

La interpretación de imágenes desarrolla estrategias cognitivas de categorización (240 actividades), las estrategias de formalización (144 actividades), las estrategias de organización del ajuste (108 actividades) y las estrategias de elaboración (83 actividades). Las representaciones gráficas desarrollan el lenguaje, los conceptos, representación del espacio, y también ayudan relacionar los conceptos con la enumeración de propiedades.

Las justificaciones desarrollan estrategias de interpretación (179 actividades) y las argumentaciones estrategias de organización del ajuste y creatividad (49

actividades) y estrategias de interpretación (20 actividades). Se relacionan las variables y se realizan ajustes entre las interpretaciones entre diferentes contextos.

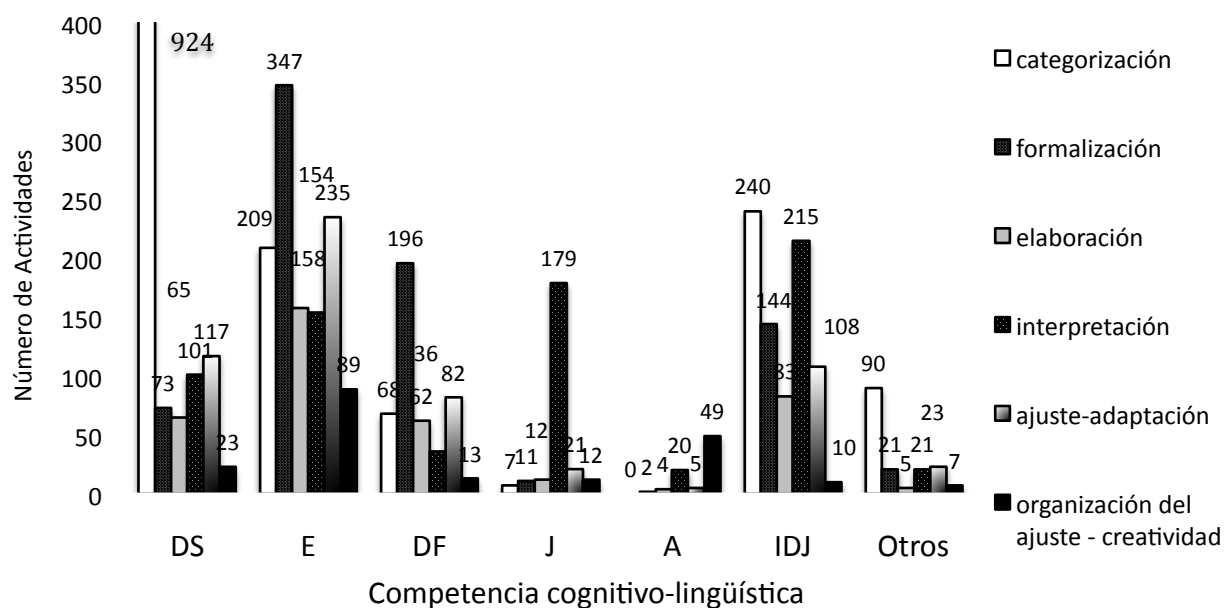


Figura 66. Número de actividades en las que se desarrollan competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas en estrategias cognitivas.

En definitiva, estos resultados señalan que para desarrollar las estrategias cognitivas es importante el tipo de competencia cognitivo-lingüística que hay que desarrollar en las actividades:

- Las estrategias de categorización se desarrollan a través de las descripciones e interpretación de imágenes.
- Las estrategias de formalización se desarrollan a través de explicaciones, definiciones e interpretación de imágenes.
- Las estrategias de elaboración se desarrollan a través de explicaciones e interpretación de imágenes.
- Las estrategias de interpretación se desarrollan principalmente a través de las justificaciones.
- Las estrategias de ajuste-adaptación se desarrollan a través de las explicaciones, descripciones y explicaciones.
- Las estrategias de organización del ajuste y creatividad se desarrollan a través de las argumentaciones.

De este modo se deduce que las dinámicas cognitivas, se utilizan para ordenar las vivencias y las informaciones que el ser humano organiza en sus mentes. Las actividades incluyen diferentes competencias cognitivo-lingüísticas, y según sea ésta se desarrolla una u otra dinámica cognitiva (Etxabe Urbieta 2020 a y 2020b).

IV.3.10. Relación entre las competencias cognitivas y las competencias cognitivo-lingüísticas

A continuación se ha planteado el problema relativo a la relación entre las competencias cognitivas y las competencias cognitivo-lingüísticas. El desarrollo de las competencias cognitivas se ha estudiado mediante el cálculo de las frecuencias absolutas. Con ellas determinamos el camino a través del cual, el profesorado en formación desarrolla las competencias cognitivas mediante las competencias cognitivo-lingüísticas (Etxabe Urbieta y Aranguren Garayalde 2012b).

IV.3.10.A. “Observar, medir, recoger, registrar, construir”

Esta competencia cognitiva (figura 67) se desarrolla a lo largo de todas las fases del ciclo de aprendizaje, básicamente a través de la descripción. Se produce en la fase de exploración (69 actividades con la descripción y 14 con interpretación de dibujos), en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (116 actividades con descripción y 15 actividades con interpretación de dibujos) y en la fase de aplicación y/o evaluación (78 actividades con descripción, 7 con explicaciones y 6 con interpretación de dibujos). En la fase de formalización o síntesis es muy inferior el número de actividades, con 31 actividades con descripción, 7 con explicación y 5 con interpretación de dibujos.

Son actividades que relacionan la adquisición activa de información a partir de los órganos sensoriales con la enumeración de las cualidades, datos objetivos, propiedades o características de los objetos (mirar y de hablar sobre los hechos que ocurren en una secuencia temporal y/o espacial). Se produce principalmente en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y la fase de aplicación y/o evaluación a través de la descripción y de la interpretación de dibujos.

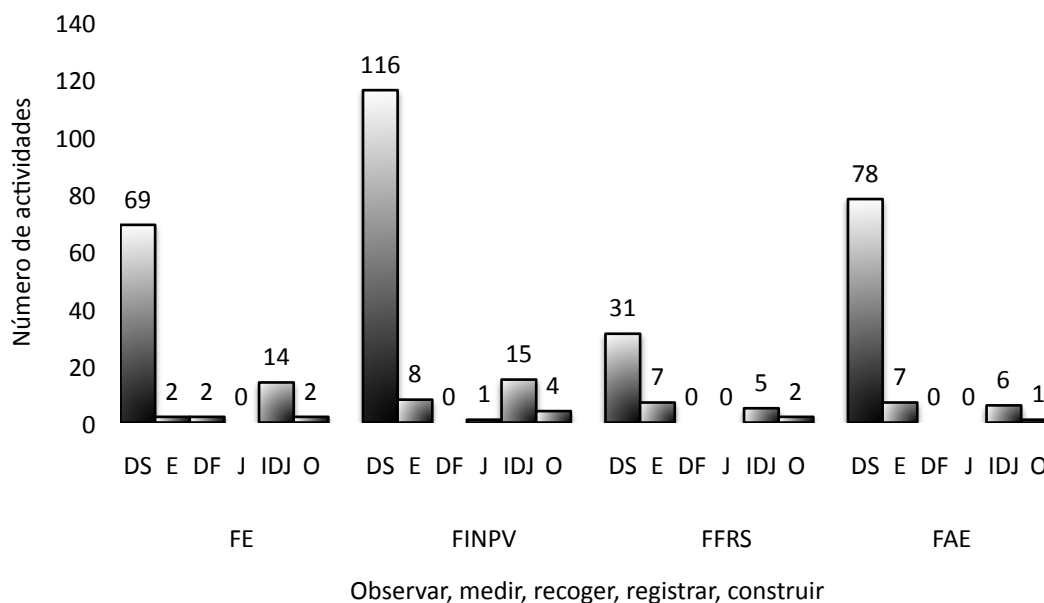


Figura 67. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Observar, medir, recoger, registrar, construir”.

Es muy peculiar la relación entre las descripciones y la interpretación de dibujos a lo largo de las distintas fases. La proporción es 69:14 (4,9) para la fase de exploración, 116:15 (7,7) para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 31:5 (6,2) para la fase de formalización o síntesis y 78:6 (13) para la fase de aplicación y/o evaluación. Esta relación indica que mayor número de descripciones y menor número de utilización de dibujos se produce conforme avanzamos en la secuencia didáctica. Supone que los dibujos se emplean no sólo para enumerar cualidades y características al inicio, sino también para detectar conocimientos previos o para planificar y motivar. Del mismo modo a lo largo del transcurso y final de la secuencia didáctica utilizan mayor número de descripciones y explicaciones. La observación apenas la desarrollan mediante las competencias cognitivo-lingüísticas definiciones, justificaciones y argumentaciones.

IV.3.10.B. “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”

Esta competencia cognitiva (figura 68) se desarrolla en todas las fases del ciclo de aprendizaje, principalmente a través de las competencias cognitivo-lingüísticas descripción, explicación e interpretación de dibujos.

En la fase de exploración se emplean 108 actividades con descripciones, 25 con explicaciones, 8 definiciones y 24 con interpretación de dibujos. En la fase de introducción de nuevos puntos de vista son 116 actividades con descripción, 8 con explicaciones y 15 con interpretación de dibujos. En la fase de formalización o síntesis son 31 actividades con descripción, 7 con explicaciones y 5 interpretaciones de dibujos. Finalmente para la fase de aplicación y/o evaluación son 78 actividades con descripciones, 7 con explicaciones y 6 interpretaciones de dibujos.

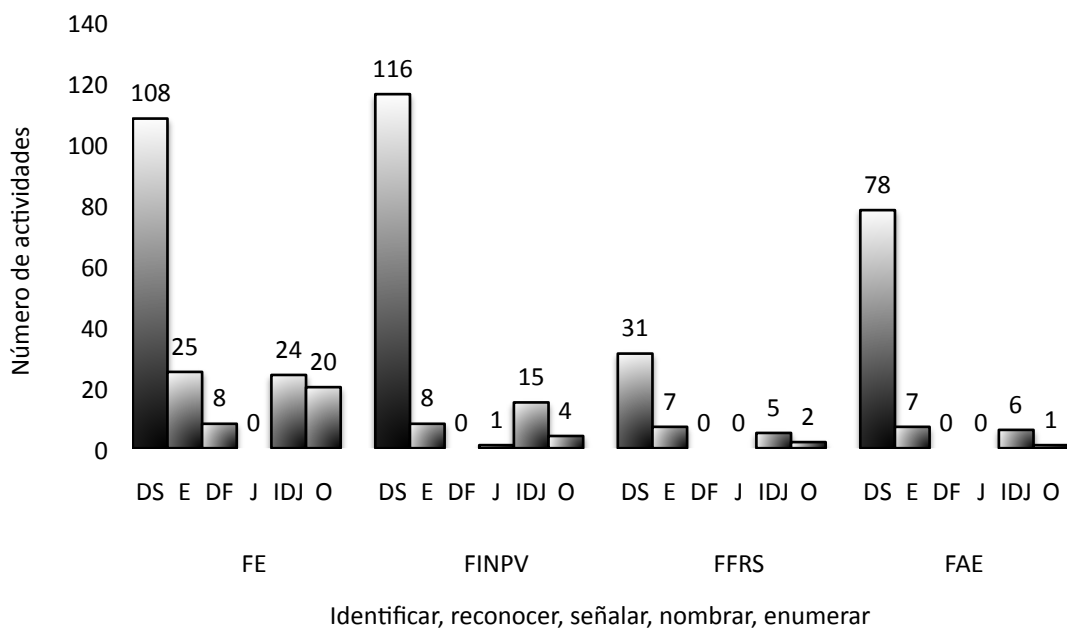


Figura 68. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”.

Se constata que para desarrollar cognitivamente la “identificación,...” es necesario emplear, desde el punto de vista lingüístico, descripciones, explicaciones e interpretación de dibujos. La proporción entre explicaciones y descripciones es mayor en la fase de exploración (relación 108:25=4,32) y en la fase de formalización o síntesis (31:7=4,42). La proporción es más elevada en las otras dos fases (116:8=14,5 y 78:7=11,1). Apenas se emplean justificaciones y argumentaciones, y las definiciones sólo para la fase de exploración. A veces para enumerar se inicia el ciclo de aprendizaje con definiciones. Así se interiorizan criterios, rasgos o características de

elementos para que, a partir de los órganos sensoriales asignemos a un concepto las cualidades observadas.

IV.3.10.C. “Buscar”

Esta competencia cognitiva (figura 69) se desarrolla en todas las fases del ciclo de aprendizaje, principalmente a través de la competencia cognitivo-lingüística explicación. En menor medida se desarrolla a partir de la descripción e interpretación de dibujos. El alumnado del grado en Educación Primaria no utiliza ni justificaciones, ni argumentaciones ni definiciones.

En la fase de exploración han propuesto 3 actividades con explicación, 1 con descripción y 1 con interpretación de dibujos. Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista plantean un mayor número de actividades (33 actividades con explicaciones, 4 con descripciones y 4 con interpretación de dibujos). En la fase de formalización o síntesis se han interpretado 21 con explicaciones y 5 con descripciones, y para la fase de formalización o síntesis 5 descripciones y 21 explicaciones. Finalmente en la fase de aplicación y/o evaluación han empleado varias competencias (7 actividades con explicaciones, 4 con interpretación de dibujos, 2 con descripciones y 1 con definición).

La proporción entre el número de descripciones y el empleo de dibujos es similar a lo largo de todo el ciclo (1:1, 4:4, 5:0 y 2:4). Sin embargo entre las descripciones y las explicaciones esta proporción es muy inferior en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (4:33=0,12), para la fase de exploración (1:3=0,33, 5:21=0,24), para la fase de formalización o síntesis (5:21=0,24) y para la fase de aplicación y/o evaluación (2:7=0,29).

Se debe a que “buscar” supone establecer relaciones significativas con otros hechos datos o conceptos, y a continuación, realizar las operaciones necesarias para hallar el significado de un concepto, un principio o una teoría, con el empleo de recursos o fuentes de información. Se refleja en un mayor uso relativo de explicaciones para introducir nuevas ideas. Apenas se emplean definiciones,

justificaciones y argumentaciones para desarrollar la competencia cognitiva “buscar”. Se emplean principalmente textos explicativos, y en menor medida descriptivos.

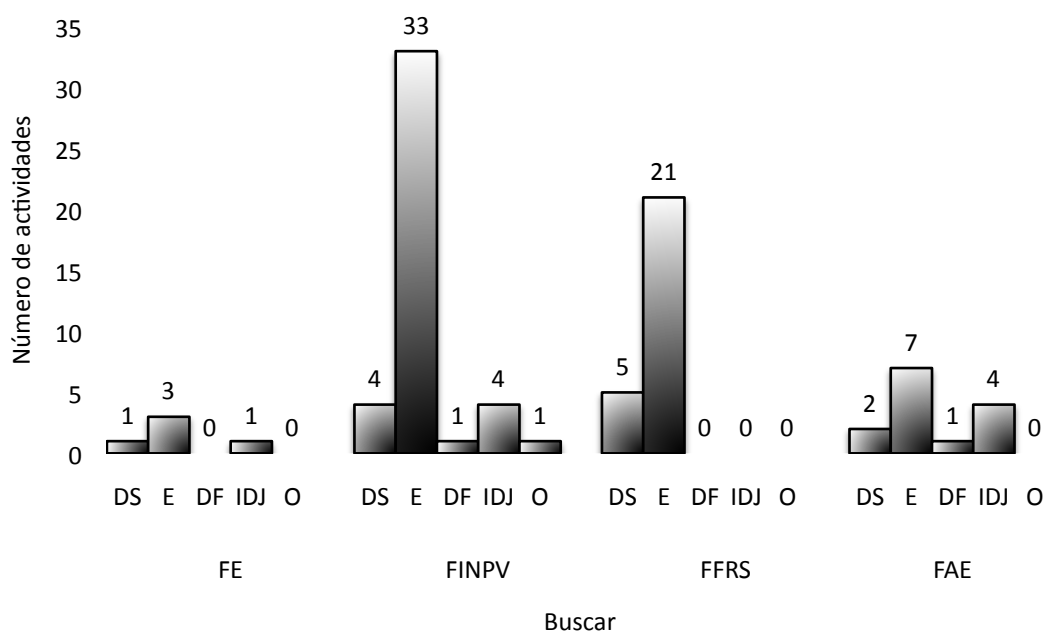


Figura 69. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Buscar”.

IV.3.10.D. Formalizar, teorizar

Esta competencia cognitiva (figura 70) se desarrolla básicamente en dos fases del ciclo de aprendizaje (fase de introducción de nuevos puntos de vista y fase de formalización o síntesis) a través de la competencia cognitivo-lingüística explicación. Ocurre en menos actividades en cualquiera de las fases a partir de la descripción e interpretación de dibujos. El alumnado del grado en Educación Primaria no utiliza ni justificaciones, ni argumentaciones. Las definiciones se emplean en muy pocas actividades, sólo a partir de la fase de introducción de nuevos puntos de vista (2 actividades), 7 para la fase de formalización o síntesis y 4 para la fase de aplicación y/o evaluación).

Para formalizar en la fase de exploración y en la fase de aplicación y/o evaluación apenas emplean habilidades cognitivo-lingüísticas (4 descripciones y 14 actividades con explicación en la fase de exploración, y 1 con descripción, 16 con

explicaciones, 4 con definiciones, 1 con justificación y 3 con interpretaciones de dibujos en la fase de aplicación y/o evaluación). Sin embargo en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, y en la fase de formalización o síntesis, se emplea un gran número de explicaciones. En esta fase se proponen 7 descripciones, 57 explicaciones, 2 definiciones y 4 interpretaciones de imágenes. En la fase de formalización o síntesis el alumnado propone proporcionalmente mayor número de explicaciones (4 actividades con descripción, 207 actividades con explicación, 7 actividades con definición, 3 con justificaciones y 12 con interpretación de dibujos).

Por otra parte en la fase de introducción de nuevos puntos de vista se han propuesto menos actividades, pero proporcionalmente un número superior de descripciones. La relación entre descripciones, explicaciones e interpretación de dibujos es de 7:57:4 para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, y de 4:207:12 para la fase de formalización o síntesis. La descripción supone señalar características de elementos, aspecto que se emplea en mayor número de actividades para introducir nuevos conceptos que en la formalización.

Formalizar está ligado a comprender o interiorizar. Para lograrlo se emplean ideas, se proponen relaciones significativas entre conceptos y se elaboran generalizaciones. Es preciso un nivel de abstracción bastante superior a la fase de exploración, y está de acuerdo con la abstracción de fase de formalización y síntesis. Así se constata que esta competencia cognitiva demanda pensamiento abstracto, aunque del mismo modo cierto nivel de reconocimiento, o percepción de evidencias para introducir ideas. Es coherente con el resultado obtenido ya que se emplea mayor número de explicaciones, pero también descripciones e interpretación de dibujos.

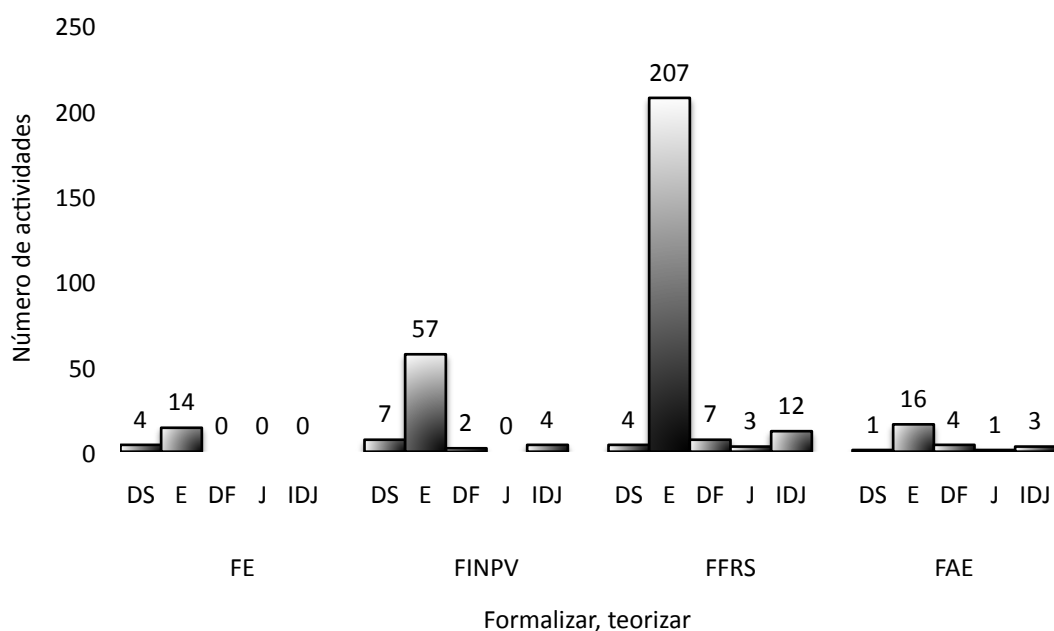


Figura 70. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Formalizar, teorizar”.

IV.3.10.E. “Relacionar, asociar”

Esta competencia cognitiva (figura 71) se desarrolla en las cuatro fases del ciclo de aprendizaje, principalmente a través de la competencia cognitivo-lingüística justificación. En menor medida se desarrolla a partir de la descripción, explicación e interpretación de dibujos.

El alumnado del grado en Educación Primaria utiliza, principalmente, justificaciones (36 para la fase de exploración, 57 para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 22 en la fase de formalización o síntesis y 25 en la fase de aplicación y/o evaluación). Se emplean además descripciones, explicaciones e interpretación de dibujos en la fase de exploración (1, 3, 2 respectivamente), en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (1, 6, 2 respectivamente), en la fase de formalización o síntesis (0, 1, 3 respectivamente), y en la fase de aplicación y/o evaluación se emplean 2 actividades con descripciones, 3 con explicaciones, 2 con definiciones, 1 con argumentaciones y 4 con interpretación de dibujos. Las frecuencias absolutas poseen valores muy reducidos.

Se reconocen semejanzas, y se descubren las relaciones entre varios elementos. Se realiza entre elementos de medio físico y natural o entre ideas abstractas, a través de relaciones causales. Para ello se emplean justificaciones y en menor número explicaciones e interpretación de dibujos. Se establecen relaciones significativas sobre todo al inicio del ciclo de aprendizaje.

El alumnado propone el inicio de la secuencia a partir de la detección de conocimientos previos (36 actividades con justificación en la fase de exploración), a continuación se cotejan con las características de otros elementos o con ideas de mayor abstracción (57 justificaciones en la fase de introducción de puntos de vista). Igualmente se proponen entre entidades con carácter más simbólico en la fase de formalización (22 actividades con justificación), y en la fase de aplicación y/o evaluación (25 justificaciones), con la finalidad de identificar similitudes, o para delimitar el significado de conceptos.

En esta competencia se constata la evolución desde actividades más concretas hacia las más abstractas, y desde las más simples hasta las más complejas.

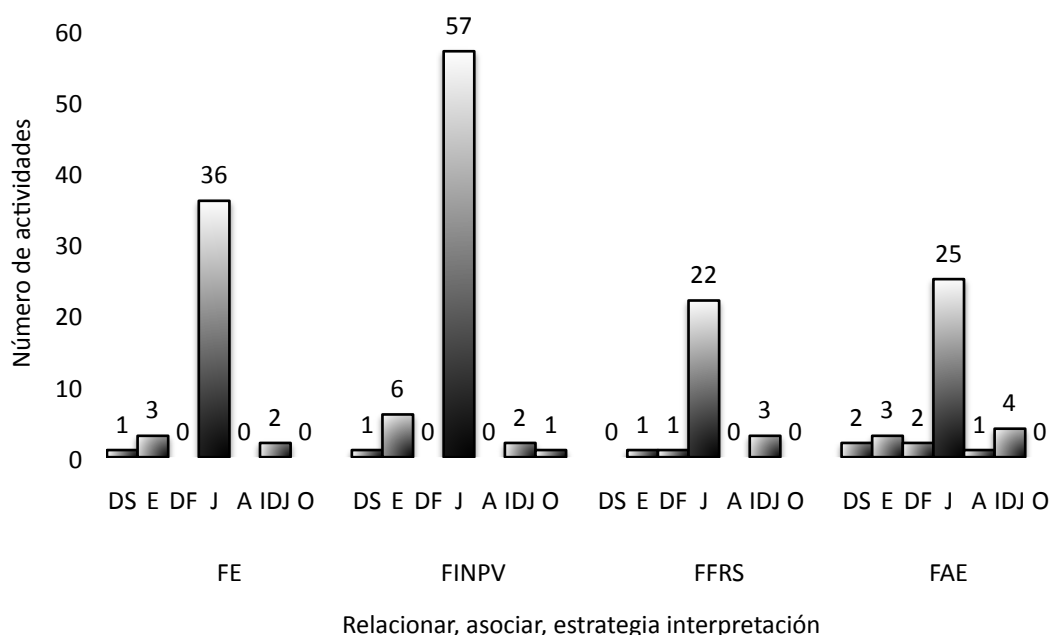


Figura 71. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Relacionar, asociar”.

IV.3.10.F. “Comparar, diferenciar, distinguir”

Esta competencia cognitiva (figura 72) se desarrolla en las cuatro fases del ciclo de aprendizaje, principalmente a través de las competencias cognitivo-lingüística descripción, explicación e interpretación de dibujos. En menor medida se desarrollan definiciones, justificaciones y argumentaciones.

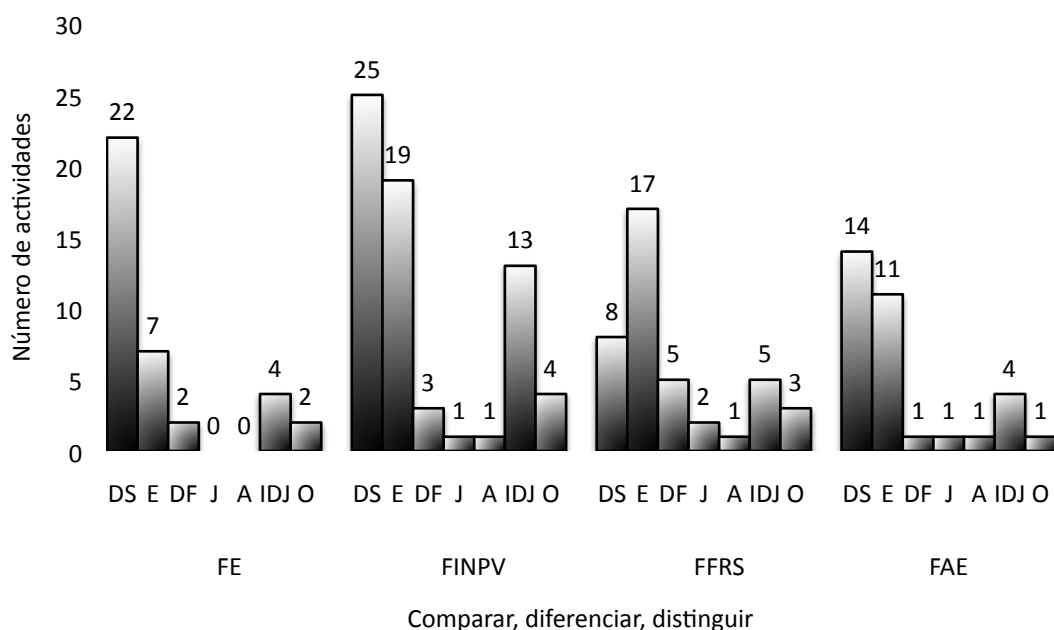


Figura 72. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Comparar, diferenciar, distinguir”.

El alumnado universitario utiliza principalmente descripciones en la fase de exploración (en 22 actividades frente a 7 explicaciones), en la fase de introducción de puntos de vista (25 descripciones frente a 19 explicaciones) y en la fase de aplicación y/o evaluación (en 14 actividades frente a 11 explicaciones). Sin embargo en la fase de formalización o aplicación ocurre lo contrario (17 explicaciones frente a 8 descripciones). Indica el carácter más abstracto de la fase de formalización y de las explicaciones. Por el contrario las otras tres fases poseen un carácter diferente (más concreto) que se manifiesta en un mayor número de descripciones.

Para esta competencia cognitiva se reconocen las diferencias entre elementos del medio o entre las ideas. Se parte de conocimientos interiorizados, se coteja con

las observaciones y se identifican entre diferentes elementos del medio. Se comparan objetos o características simbólicas. Está de acuerdo con las actividades propuestas:

- 22 descripciones, 7 explicaciones y 2 definiciones para la fase de exploración.
- Para la fase de introducción de puntos de vista proponen 25 descripciones, 19 explicaciones y 3 definiciones. Se constata una mayor proporción de explicaciones que señalan mayor abstracción y complejidad.
- 8, 17 y 5 se observa para la fase de formalización.
- 14, 11, 1 para la fase de aplicación y/o evaluación, respectivamente para las descripciones, explicaciones y definiciones.

Se refleja en el incremento de complejidad (mayor incremento relativo de explicaciones) conforme avanza el ciclo de aprendizaje.

IV.3.10.G. “Clasificar”

En esta competencia cognitiva organizamos o situamos objetos o ideas según criterios, sobre un conjunto o una serie de ideas, para lograr subconjuntos. Es una tarea relativamente compleja y dinámica. Las evidencias que se muestran en la figura 73, señalan que:

- Se plantea un mayor número de actividades en las fases de introducción de nuevos puntos de vista, en la fase de formalización o síntesis y en la fase de aplicación y/o evaluación. Se plantea mayor número de actividades en la parte final del ciclo de aprendizaje.
- Por otra parte en dichas fases se plantean correlativamente descripciones con 13, 7 y 9 actividades, 5, 4 y 9 explicaciones, 3, 5 y 8 definiciones, y 9, 6 y 8 interpretación de dibujos. Se plantean descripciones para asignar criterios ligados a las percepciones, y explicaciones sintéticas para expresar los subconjuntos.

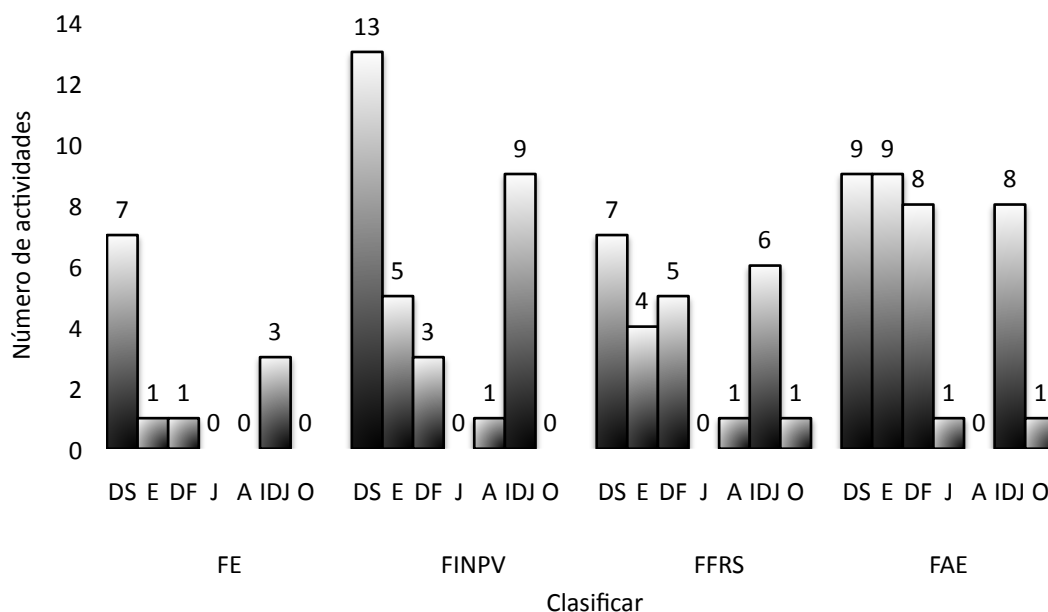


Figura 73. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Clasificar”.

Se enumeran de modo ordenado las cualidades, datos, propiedades o características de los objetos para elaborar subconjuntos mediante descripciones, explicaciones, definiciones y elaboración de dibujos.

IV.3.10.H. “Elaborar hipótesis”

Se trata de una competencia cognitiva ligada a la acción de proponer o formular posibles respuestas o relaciones sobre elementos perceptivos o ideas.

La figura 74 muestra que estas respuestas o relaciones son explicaciones (90 en la fase de exploración, 34 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 10 actividades en la fase de formalización o síntesis y 6 actividades en la fase de aplicación y/o evaluación) y descripciones (60, 27, 3 y 3 respectivamente).

Para realizar predicciones y testearlas, se emplean siete competencias cognitivo-lingüísticas:

- En la fase de exploración (60 descripciones, 90 explicaciones, 29 definiciones, 20 justificaciones, 2 argumentaciones 9 interpretación de dibujos).

- En la fase de introducción de nuevos puntos de vista seis competencias (27 descripciones y 34 explicaciones básicamente),
- En la tercera y cuarta fase cinco competencias diferentes en un menor número de actividades (3 descripciones y 10 y 6 explicaciones en ambas fases).

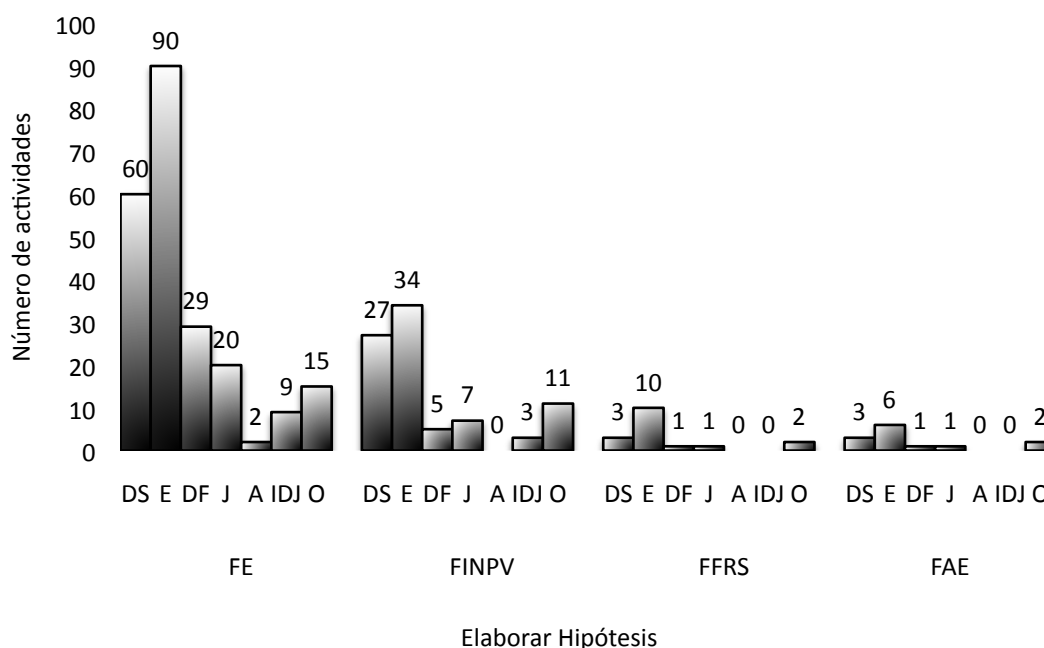


Figura 74. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Elaborar Hipótesis”.

Predecir y testear implica elaborar explicaciones al inicio del ciclo de aprendizaje, si bien también se proponen otros textos como descripciones, definiciones, argumentaciones, justificaciones y además dibujos. Son dinámicos, simples y concretos, ya que para aprender se debe avanzar a lo largo del ciclo de aprendizaje.

IV.3.10.I. “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”

Se pone, emplea, ejecuta o atribuye una idea o un conocimiento sobre otra anterior, supone complejidad y, puede ser concreto o abstracto. A priori debe desarrollarse con actividades de la fase de introducción de nuevos puntos de vista, de

la fase de formalización o síntesis, y principalmente de la fase de aplicación y/o evaluación.

Esta previsión se confirma con los resultados de la figura 75. Se proponen principalmente actividades para la fase de aplicación y/o evaluación (33 descripciones, 40 explicaciones, 20 definiciones, 22 justificaciones, 1 argumentación y 17 interpretación de imágenes). Se emplean diferentes tipos de textos e imágenes, principalmente explicaciones y descripciones. Del mismo modo se proponen menor número de actividades para la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de formalización (30 y 42 actividades, con 7 y 5 descripciones, 12 y 16 explicaciones, 2 y 3 definiciones, 4 y 9 justificaciones y, 1 y 7 interpretación de imágenes). Estos datos subrayan complejidad, con el empleo de diferentes tipos de textos e imágenes.

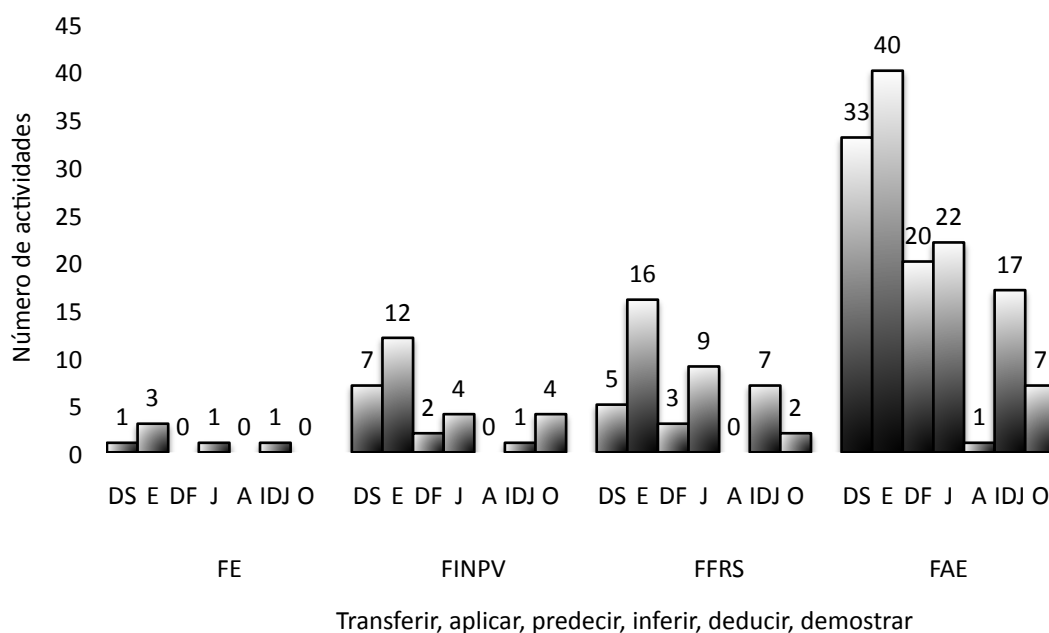


Figura 75. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”.

IV.3.10.J. “Analizar”

La competencia cognitiva analizar implica descomponer una situación problemática en sus constituyentes y descubrir las relaciones existentes entre ellas. Elegir lo esencial (elementos o relaciones), implica buscar la solución, lo cual es complejo y exige una gran habilidad espacial. Esta idea está de acuerdo con la utilización de la competencia cognitivo-lingüística interpretación de dibujos en 21, 35, 89 y 33 actividades.

En menor número de actividades han planteado además descripciones y explicaciones (figura 76):

- En la fase de introducción de nuevos puntos de vista 30 explicaciones, 23 descripciones y 18 dibujos,
- En la fase de formalización 18 explicaciones frente a 2 descripciones y 89 dibujos,
- En la fase de aplicación con 33 dibujos, 13 explicaciones y 11 descripciones.
- En la fase de exploración con un menor número de explicaciones que descripciones (9 y 15), y 21 dibujos

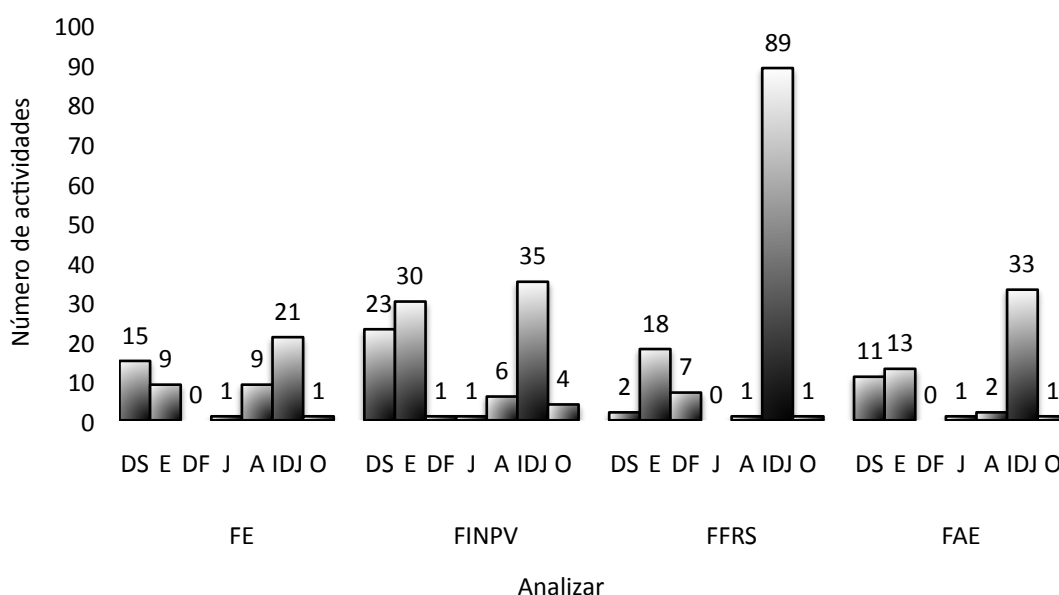


Figura 76. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Analizar”.

Analizar supone descomponer y para ello la representación espaciales importante. Se emplea en diferentes fases, sobre todo para formalizar.

Además los resultados señalan que las definiciones, justificaciones y argumentaciones no son textos adecuados para descomponer un problema. Son sintéticos y establecen relaciones que no se pueden separar.

IV.3.10.K. "Sintetizar"

Combinar, organizar y ordenar fragmentos para formar un texto breve sintético, esquemático o resumido, lingüísticamente necesita definiciones. Además las interpretaciones deben ser biunívocas.

La figura 77 muestra los resultados que señalan que el alumnado plantea en todas las fases (17 actividades en la fase de exploración, 27 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 44 en la fase de formalización y 28 en la fase de aplicación y/o evaluación) textos sintéticos, o sea definiciones. Otro tipo de texto son largos o los dibujos, justificaciones o argumentaciones no son adecuados para desarrollar la competencia sintetizar.

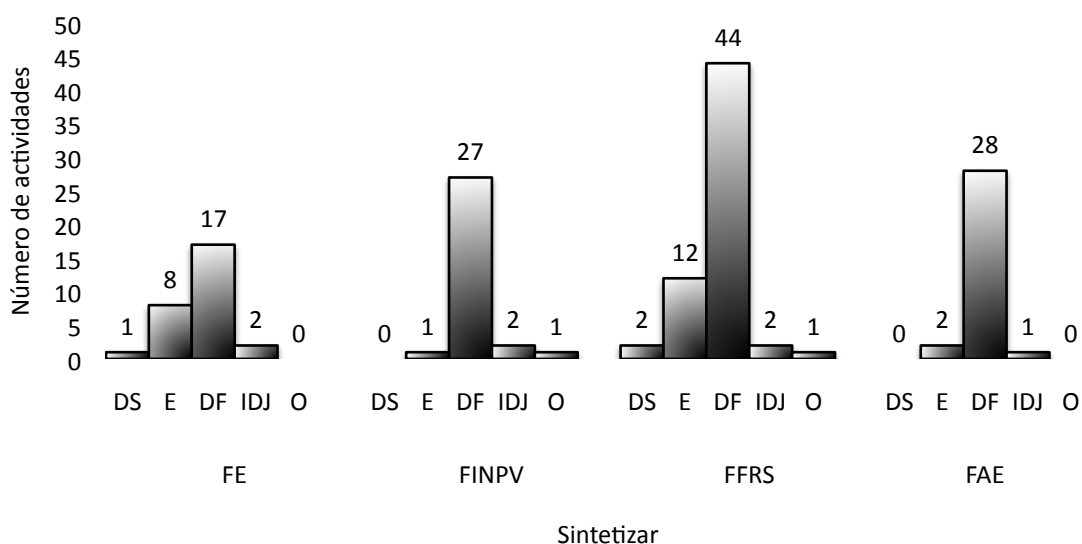


Figura 77. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva "Sintetizar".

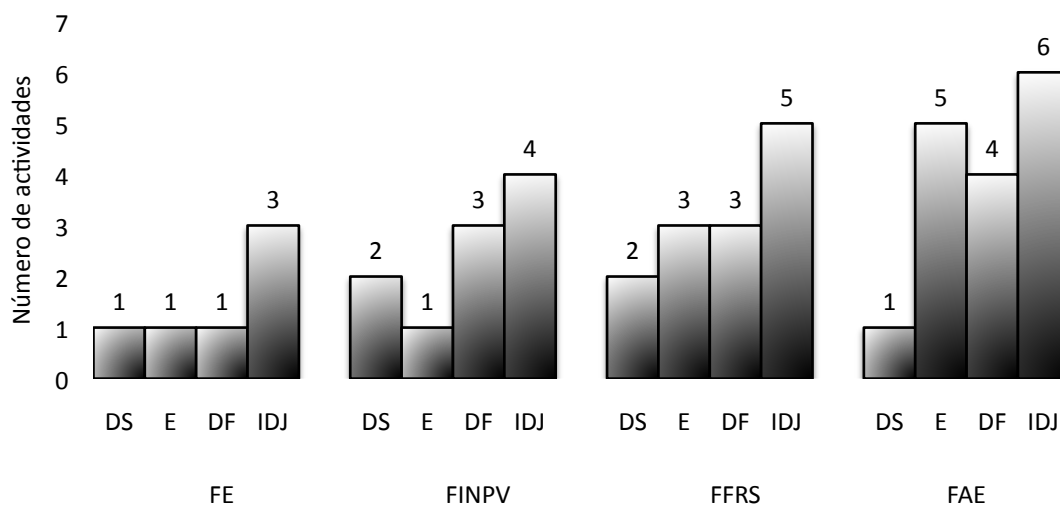
Sintetizar implica estructurar partes breves, de forma ordenada, en una secuencia lógica. Se emplea en diferentes momentos, y en menor número de

actividades en la fase de exploración. El alumnado no ha formalizado los contenidos científicos al inicio del ciclo de aprendizaje.

IV.3.10.L. “Organizar, estructurar, seriar, ordenar”

Supone estructurar ideas, y para realizar esta acción son importantes las imágenes y textos sintéticos. Establecer acciones sobre elementos o relaciones, sobre su disposición, sobre sus cualidades y características es importante que sean breves, es decir definiciones y dibujos.

Por otra parte es una competencia compleja. En la fase más simple se trabaja en 5 actividades, 10 actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 13 actividades de la fase de formalización, y 16 en la fase de mayor complejidad. Posee también abstracción, que se manifiesta en las actividades de la fase de formalización. Estructurar y ubicar subconjuntos con objetos o ideas es complejo y el aspecto sintético y espacial se refleja en el empleo de dibujos, definiciones y explicaciones.



Organizar, estructurar, seriar, ordenar

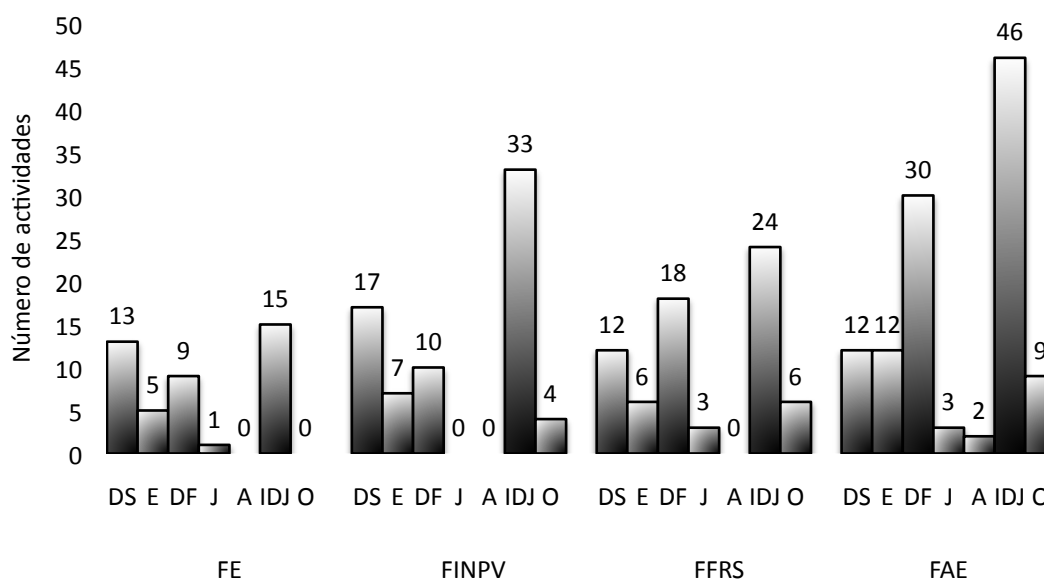
Figura 78. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Organizar, estructurar, seriar, ordenar”.

IV.3.10.M. “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”

Se desarrolla a través de diferentes textos (descriptivos, explicativos, sintéticos) e imágenes.

Además se desarrolla en todas las fases, principalmente en las actividades de la fase de formalización o síntesis (60 actividades) y en la fase de aplicación y/o evaluación (114 actividades). En menor número han propuesto 43 actividades en la fase de exploración y 51 actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.

“Calcular, resolver,...” supone describir, definir y emplear imágenes. Estas acciones, en ocasiones necesitan justificaciones y argumentaciones. Dibujar de igual modo es resolver. Completar está ligado a diferentes textos o dibujos.



Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir

Figura 79. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”.

Se emplean en diferentes momentos del aprendizaje. Se pueden detectar conocimientos previos, introducir nuevas ideas, formalizar o aplicar. Se realizan operaciones cognitivas complejas, en los que se aplican ideas, para prever, estructurar, conjeturar, estimar, proyectar y completar. En este marco, los textos y símbolos ayudan a comprender modelos y teorías.

Está competencia se desarrolla en actividades del final del ciclo de aprendizaje, sobre todo en la aplicación y/o evaluación.

IV.3.10.N. “Elaborar, jerarquizar, seleccionar”

Supone realizar procesos para llegar a un producto o una solución. Supone complejidad y se refleja, en el empleo de explicaciones, definiciones y dibujos en la fase de aplicación y/o evaluación.

Estas ideas se observan en la figura 80. A lo largo de la fase de exploración se emplean menos actividades (17, con 7 explicaciones, 4 interpretación de dibujos, 3 descripciones y 2 definiciones). En las otras fases se plantea mayor número de actividades. Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista 63 actividades, con 34 explicaciones, 8 descripciones, 8 definiciones, 7 dibujos, 5 justificaciones y 1 argumentación. Para la fase de formalización 59 actividades, con 39 explicaciones, 4 descripciones, 6 definiciones, 7 dibujos y 1 justificación. El mayor número (102) ha sido propuesto en la fase de aplicación y/o evaluación con 8 descripciones, 49 explicaciones, 18 definiciones, 5 justificaciones y 21 dibujos.

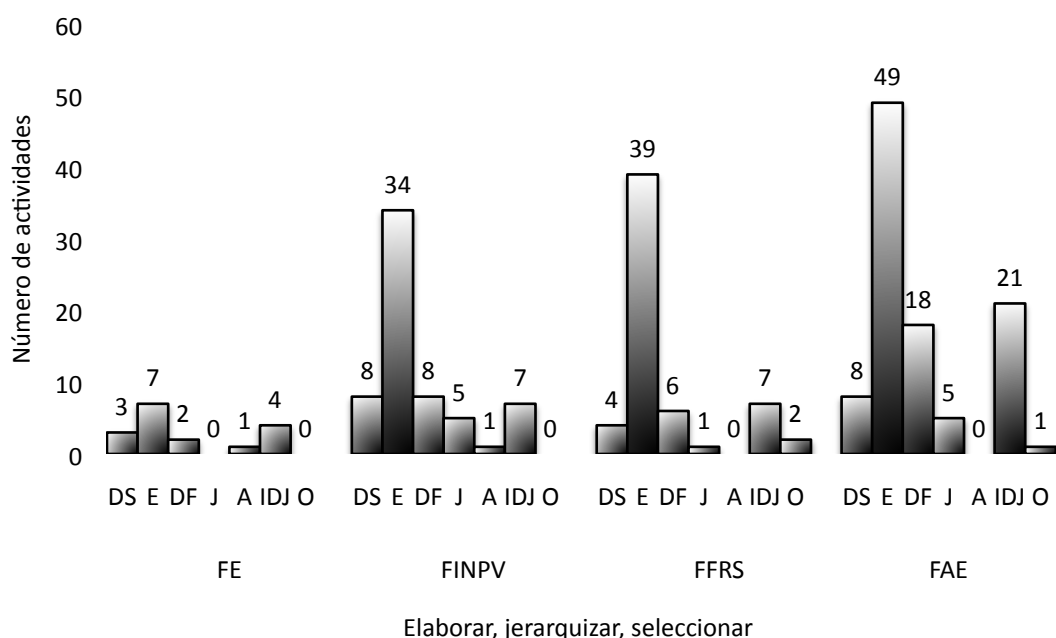


Figura 80. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Elaborar, jerarquizar, seleccionar”.

Emplear imágenes y el lenguaje simbólico científico-matemático supone complejidad y dinamismo, de las elaboraciones, jerarquizaciones y actividades de selección.

IV.3.10.O. “Diseñar, inventar”

Diseñar e inventar supone dinamismo. Precisa buscar solución o posibles alternativas. Está ligado a disciplinas creativas y para buscar una solución desconocida hay que razonar.

Para desarrollar esta competencia cognitiva hay que estructurar y desarrollar textos, y generar dibujos. Es importante el orden, y crear procedimientos. Por ello se necesita complejidad y abstracción. La figura 81 muestra las escasas actividades propuestas, 25 para la fase de aplicación y/o evaluación, 22 para la fase de introducción de puntos de vista, 11 para la fase de formalización o síntesis y 4 para la fase de exploración. La razón estriba en la complejidad y originalidad.

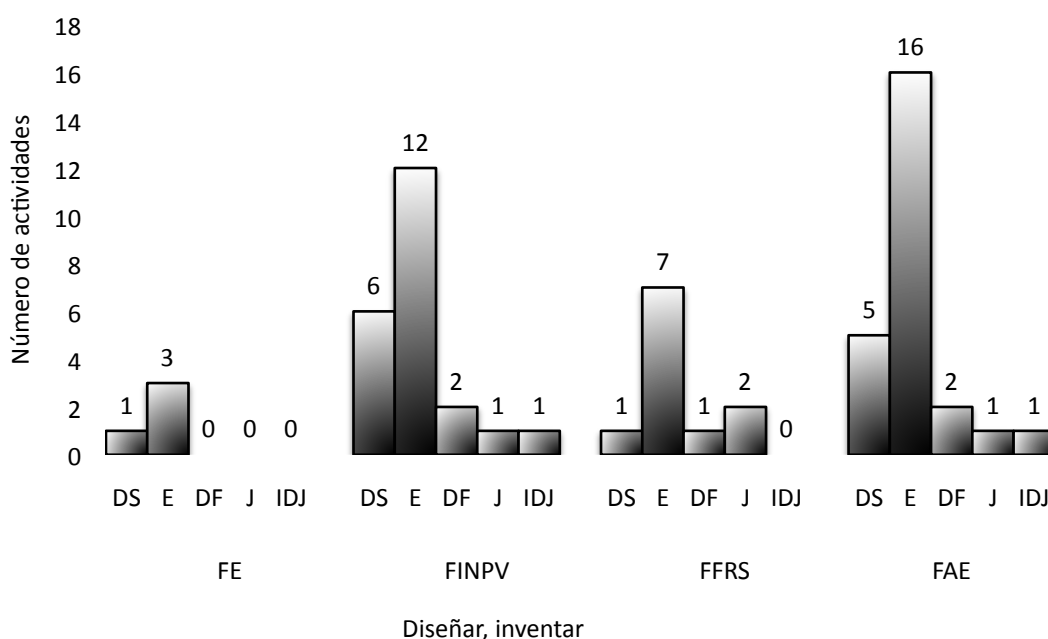


Figura 81. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Diseñar, inventar”.

Diseñar se puede realizar en una primera fase del ciclo de aprendizaje, al introducir nuevas ideas, o en la fase de aplicación. En consecuencia plantean mayor número de actividades en la segunda y cuarta fase, a través de descripciones y

justificaciones. La formalización se realiza con el empleo del lenguaje simbólico en la tercera fase, mediante explicaciones, definiciones e interpretación de dibujos.

En síntesis, esta competencia supone complejidad, y cierto nivel de abstracción.

IV.3.10.P. “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”

Tras el análisis, síntesis y estructuración, se reflexiona y juzga o se elaboran juicios de valor en base a unos objetivos, y sirve para adoptar de entre varias una postura determinada. Está basado en criterios de coherencia interna y externa. Por tanto se trata de una competencia compleja.

La acción de valorar es dinámica, hay que emplear conocimientos, el alumnado debe elaborar sus propuestas, ligadas a decisiones más simples o complejas, y para ello se prevén actividades en diferentes fases y con el desarrollo de diferentes competencias.

Se refleja en la figura 82, con:

- 31 actividades diseñadas para la fase de exploración con la finalidad de elaborar propuestas previas ligadas al mundo de las experiencias.
- 37 actividades para la fase de introducción de nuevos puntos de vista para analizar situaciones y seguir los pasos necesarios para valorar.
- 25 actividades para la fase de formalización o síntesis, con la interiorización, abstracción y reestructuración.
- 48 para valorar a partir de las ideas formalizadas.

Este elevado número de actividades indica complejidad, reflexión, juzgar, elaborar juicios y valorar diferentes posturas.

Se emplean principalmente textos argumentativos (16, 18, 7 y 8 actividades para las cuatro fases del ciclo de aprendizaje). Se plantean para proponer las posturas del alumnado y para introducir ideas.

Además se emplean explicaciones (9, 6, 9, 27 actividades para las cuatro fases), definiciones (9, 6, 9, 27), descripciones (3, 4, 0, 3) justificaciones (2, 0, 3 y 3) e interpretación de dibujos (0, 2, 2, 4). Por tanto el alumnado de grado diseña textos argumentativos, y más largos (explicaciones) o más cortos (definiciones), y algún dibujo para ayudar a la comprensión.

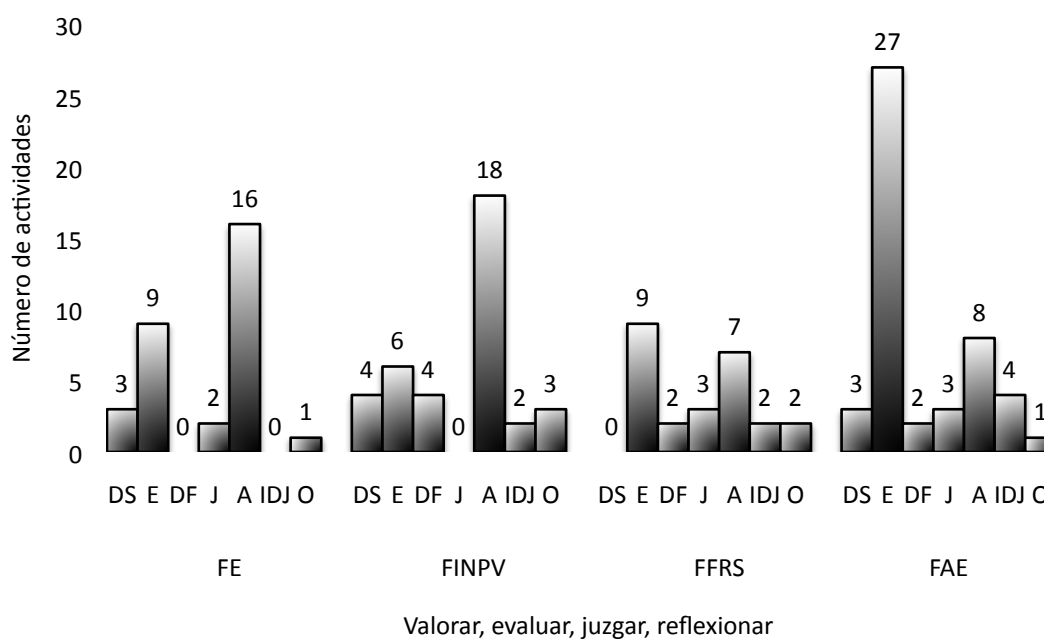


Figura 82. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”.

Se relacionan conceptos a los valores, para elaborar ideas que implican argumentar una postura. Puede ser al inicio del ciclo de aprendizaje, o sus características pueden ser más explicativas, al final del ciclo de aprendizaje. Con ello se explora y se convence de la idoneidad o validez de la propuesta al inicio o al final, mediante datos, hechos, analogías o metáforas.

IV.3.10.Q. “Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos”

La figura 83 muestra los resultados obtenidos para la competencia cognitiva “establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos”.

Se ajustan y se comparan modelos a través de diversas competencias cognitivo-lingüísticas en diferentes fases del ciclo de aprendizaje. Han propuesto

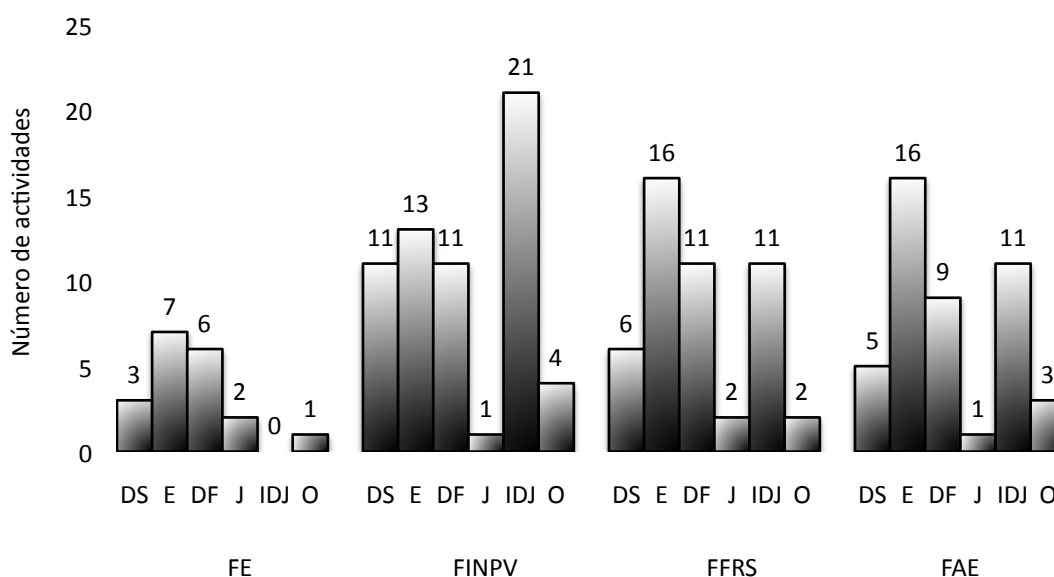
principalmente textos explicativos y dibujos. Se ajustan los modelos de diferente modo:

- 7, 13, 16 y 16 explicaciones para las cuatro fases del ciclo de aprendizaje.
- 0, 21, 11 y 11 interpretación de imágenes respectivamente.

En menor medida se emplean definiciones (6, 11, 11 y 9 para las cuatro fases) y textos descriptivos (3, 11, 6 y 5 respectivamente). En menor número de actividades justificaciones (2, 1, 2 y 1, respectivamente).

Las similitudes ayudan a ajustar y a elaborar modelos, a través de textos explicativos (52 actividades), imágenes (43), definiciones (37), descripciones (25) y justificaciones (6). Son tareas con textos más largos o esquemáticos.

Este ajuste cognitivo está relacionado con el reconocimiento de similitudes entre elementos de medio físico y natural o entre ideas abstractas. Ayudan a razonar con analogías, con relativamente más imágenes para introducir ideas o bien con más textos explicativos para formalizar o aplicar.



Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos

Figura 83. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística para la competencia cognitiva “Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos”.

Se emplea para planificar al inicio o detectar conocimientos previos (proponen 31 actividades). Sin embargo la mayor parte de las actividades se proponen para elaborar nuevas ideas (61), formalizar o reestructurar (48) y aplicar o evaluar (45). Se emplea proporcionalmente mayor número de imágenes, y se ajusta el tipo de texto, ya que no es fácil pasar de un modelo a otro, o delimitar o ajustar unas ideas en base a otras. Elaborar modelos implica utilizar diversas herramientas en diferentes momentos.

IV.3.11. Análisis de las competencias cognitivo-lingüísticas según el tipo de ciencia desarrollado en cada actividad

A través de las 3972 actividades propuestas por el alumnado del grado en Educación Primaria se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas. Los resultados se han descrito en figura 84. En este apartado se van a analizar estas competencias desglosándolas en los tres tipos de ciencia en los que se han desglosado los datos en el apartado IV.2.1.

Los resultados descritos en la figura 84, señalan que las actividades diseñadas por el alumnado con hipotéticas, inductivas y deductivas.

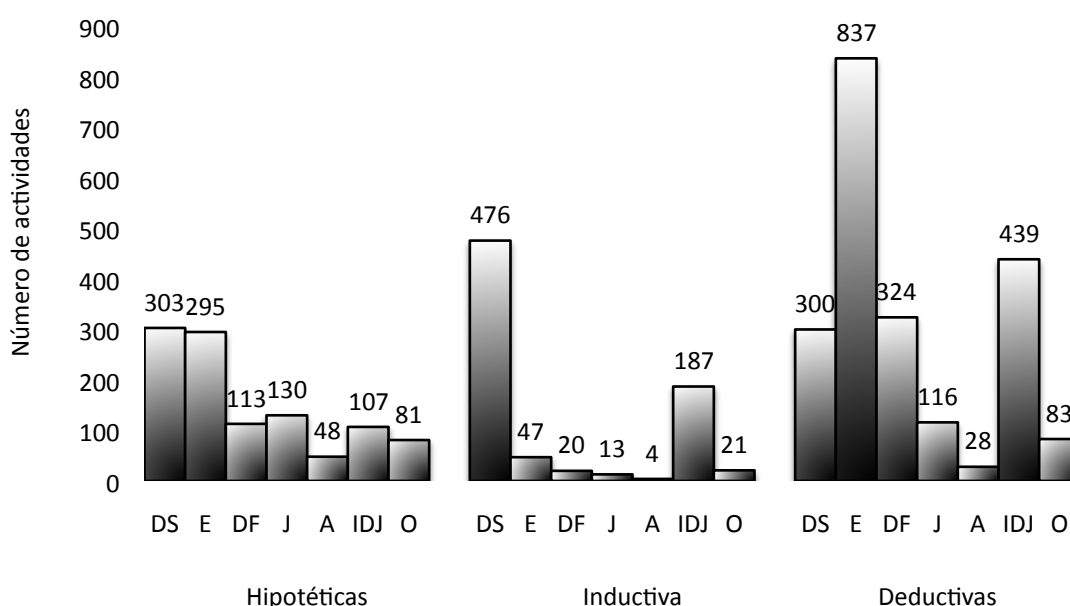


Figura 84. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia.

Por una parte en las actividades hipotéticas hay dos competencias que se desarrollan en un significativo número superior de actividades (más de 200 actividades): descripciones (303 actividades) y explicaciones (295 actividades). A continuación encontramos, en orden decreciente, que las definiciones (113 actividades), justificaciones (130 actividades) e interpretación de dibujos (107 actividades) se desarrollan en más de 100 actividades, y únicamente en 48 actividades encontramos argumentaciones. Se trata de una actividad de tipo hipotético, al solicitar una posible respuesta, el alumnado emplea características presentes en un sistema, o bien el significado de las ideas. Se emplean textos, descriptivos o explicativos, o bien breves y sintéticos (definiciones), e incluso podemos buscar razones sobre lo que puede ocurrir (justificaciones). Igualmente una actividad de tipo hipotético puede relacionarse con dibujos, o del mismo modo puede utilizar argumentos para convencer a otra persona.

Sin embargo, en las actividades inductivas hay una competencia cognitivo-lingüística que se emplea en 476 actividades (descripciones). De igual modo, para observar las características de los objetos también se emplean las interpretaciones de dibujos, fórmulas o símbolos (187 actividades). El resto se emplea en un número reducido de actividades (47 con explicaciones, 20 con definiciones, 13 con justificaciones y 4 argumentaciones). Estos resultados son coherentes con las actividades de tipo inductivo, las descripciones o interpretaciones a través de dibujos muestran las formas a través de las cuales se desarrollan las actividades inductivas.

Además se emplean explicaciones en 47 actividades de tipo inductivo o 20 definiciones o 13 justificaciones. Para estas últimas competencias son cómputos inferiores a las actividades hipotéticas.

Por el contrario, las actividades deductivas se desarrollan en un gran número de actividades, y en estas, se emplean diferentes patrones lingüísticos. En éstas, se elaboran ideas a partir de otras, pueden corresponder a diferentes patrones temáticos, y se pueden emplear dibujos. En estas actividades se transmiten ideas teóricas, cualidades, propiedades, fenómenos o características de los sistemas materiales, para comprender y explicar la realidad.

Son 837 actividades explicativas, 300 descriptivas, 324 definiciones, y 439 dibujos, y 116 justificaciones.

Se proponen incluso datos y los hechos, 83 actividades. Estas formas lingüísticas sin excesivo significado propio se emplean para acompañar actividades de tipo deductivo e incluso hipotético. En estas actividades con datos y hechos, los conocimientos son de tipo declarativo. Se emplean para solicitar una posible respuesta en un problema o para llegar a nuevas ideas, o a datos y hechos. A partir de la observación de elementos de sistemas vivos y entidades no vivas, sólo se proponen 21 actividades inductivas.

Las actividades deductivas son enriquecedoras desde el punto de vista del lenguaje, y favorecedoras del pensamiento. Ser punto de partida de unas ideas supone coherencia con la evolución hacia nuevas ideas.

Muchas veces, de modo implícito, el profesorado puede tender a utilizar este tipo de ciencia en su docencia y emplear la misma competencia cognitivo-lingüística. Es importante emplear diferentes tipos de ciencia y combinar con varias habilidades para desarrollar las competencias cognitivas. Se pueden plantear en contextos diferentes y sus planteamientos directivos o dialógicos pueden ser diversos. Igualmente la utilización de los libros escolares pueden influir en los resultados obtenidos (Ocelli y Valeiras, 2013).

IV.3.11.A. Competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas según el tipo de ciencia y ciclos de Educación Primaria

Para ello en la tabla XXXVI se presentan los resultados correspondientes a todas las actividades desglosadas según el tipo de ciencia y el ciclo de Educación Primaria.

En la tabla XXXVI se constata que las actividades hipotéticas y deductivas son más abundantes en el tercer ciclo, mientras que las actividades inductivas son más abundantes en el primer ciclo. Por ejemplo en el primer ciclo se han diseñado 89 y 92 descripciones hipotéticas y deductivas, mientras que en el tercer ciclo hay 111 y 105. Las inductivas de 193 en el primer ciclo disminuyen a 126 en el tercer ciclo.

Las actividades con explicaciones presentan el mismo resultado. De 89 hipotéticas pasamos a 107, y de 193 a 385 deductivas. Las explicaciones inductivas disminuyen de 22 a 12.

Las justificaciones hipotéticas crecen de 31 a 65, las deductivas de 27 a 55, mientras que las inductivas disminuyen de 7 a 2. Establecer relaciones causales es propio de planteamientos hipotéticos o deductivos.

Tabla XXXVI. *Competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas según el tipo de ciencia y ciclos de Educación Primaria.*

Competencias cognitivo-		Primer Ciclo	Segundo Ciclo	Tercer Ciclo	Total
Descripción	Hipotético	89	103	111	303
	Inductivo	193	157	126	476
	Deductivo	92	103	105	300
Explicación	Hipotético	82	106	107	295
	Inductivo	22	13	12	47
	Deductivo	193	259	385	837
Definición	Hipotético	25	46	42	113
	Inductivo	5	5	10	20
	Deductivo	72	111	141	324
Justificación	Hipotético	31	34	65	130
	Inductivo	7	4	2	13
	Deductivo	27	34	55	116
Argumentación	Hipotético	18	20	10	48
	Inductivo	2	0	2	4
	Deductivo	5	9	14	28
Interpretación de Imágenes	Hipotético	55	32	20	107
	Inductivo	101	55	31	187
	Deductivo	154	117	168	439
Datos, hechos	Hipotético	31	23	27	81
	Inductivo	9	6	6	21
	Deductivo	31	27	25	83
Total		1244	1264	1464	3972

Las argumentaciones y las definiciones presentan un resultado ligeramente diferente. Las argumentaciones hipotéticas disminuyen y las deductivas crecen, y las inductivas no varían. Las definiciones se incrementan tanto en las actividades hipotéticas (de 25 a 42), como las inductivas (de 5 a 10) y las deductivas (de 72 a 141). Las definiciones son complejas, y por ello crecen del primer al tercer ciclo.

Argumentar implica partir de unas ideas iniciales, para basándose en otras ideas, generar textos para convencer a otras personas.

La interpretación de imágenes hipotéticas e inductivas decrece mientras que la interpretación de imágenes deductivas disminuye en el segundo ciclo y se incrementa para el tercer ciclo. Las imágenes, en el tercer ciclo, van acompañadas de textos explicativos más abstractos, y por ello emplearse en un número superior de actividades en este ciclo.

En general se constata que los planteamientos de carácter inductivo son más frecuentes en el primer ciclo. El alumnado del grado en Educación Primaria imagina que la ciencia inductiva es un camino más adecuado porque es más simple y más concreto para realizar las actividades en este ciclo. Poseen una visión de las actividades hipotéticas y deductivas como actividades más complejas, y plantean un mayor número de actividades de este tipo para el tercer ciclo. Las argumentaciones posiblemente tengan que ver con situaciones ligadas al ámbito de las actitudes, a veces son actividades que plantean en mayor número en el primer ciclo, y un número inferior en el tercer ciclo. Sin embargo también se puede interpretar desde la perspectiva del activismo, buscando actividades más dinámicas que se pueden corresponder con planteamientos hipotéticos. Crece el número de argumentaciones deductivas del primer al tercer ciclo.

La utilización de imágenes inductivas decrece desde el primer ciclo al tercer ciclo, con lo que el alumnado del grado en Educación Primaria supone que se trata de una habilidad cognitivo-lingüística más adecuada para plantear en el primer ciclo. Se emplean en todos los ciclos, y en actividades deductivas, y además se emplean en mayor número de actividades en el tercer ciclo. Las imágenes pueden tener diferentes grados de abstracción y debido a ello emplear en diferentes ciclos. El número de actividades hipotéticas que emplean imágenes no presenta una tendencia clara (31, 23, 27 del primer al tercer ciclo), lo que supone que además influirán otras variables (tema, características del alumnado de grado, etc.).

Globalmente las actividades hipotéticas proporcionan miradas, relacionan ideas, se proponen pruebas de ensayo y error, lo que supone que se emplean para

analizar la realidad. Debido a ello su número de actividades e los tres ciclos es mayor o menor dependiendo de la competencia cognitivo-lingüística. En las actividades inductivas la complejidad es ligeramente inferior lo que implica que se plantean en mayor número en el primer ciclo, mientras que las deductivas, se plantean con mayor frecuencia absoluta de actividades en el tercer ciclo.

IV.3.11.B. Competencias cognitivo-lingüísticas por tipo de ciencia y fases del ciclo de aprendizaje

Los resultados de la tabla XXXVII relacionan el tipo de ciencia con las fases del ciclo de aprendizaje.

Tabla XXXVII. *Competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas según el tipo de ciencia y las fases del ciclo de aprendizaje*

Competencias cognitivo-lingüísticas		FE	FINPV	FFS	FAE
Descripción	Hipotético	164	116	14	9
	Inductivo	130	217	45	84
	Deductivo	19	53	75	153
Explicación	Hipotético	139	102	33	21
	Inductivo	15	24	6	2
	Deductivo	43	178	377	239
Definición	Hipotético	60	37	13	3
	Inductivo	3	13	2	2
	Deductivo	14	46	113	151
Justificación	Hipotético	59	47	17	7
	Inductivo	2	10	1	0
	Deductivo	2	22	32	60
Argumentación	Hipotético	25	19	3	1
	Inductivo	2	2	0	0
	Deductivo	1	6	7	14
Interpretación de Imágenes	Hipotético	44	49	6	8
	Inductivo	48	99	23	17
	Deductivo	11	62	180	186
Datos, hechos	Hipotético	33	40	8	0
	Inductivo	5	10	5	1
	Deductivo	4	11	33	35

Las actividades inductivas desarrollan competencias cognitivo-lingüísticas en la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Sin embargo para las actividades hipotéticas, se propone un número superior de actividades para la fase de

exploración. Finalmente, para las actividades deductivas las competencias cognitivo-lingüísticas se plantean en un mayor número en la fase de formalización.

La complejidad y abstracción de las fases influyen en las competencias cognitivo-lingüísticas según el tipo de ciencia.

Las figuras 85 (fase de exploración), 86 (fase de introducción de nuevos puntos de vista), 87 (fase de formalización o síntesis) y 88 (fase de aplicación y/o evaluación) muestran la evolución en la utilización de las competencias cognitivo-lingüísticas a lo largo del ciclo de aprendizaje, y en función del tipo de ciencia. El problema que se ha planteado es la influencia del tipo de ciencia en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. A la vista de los resultados anteriores se prevé que el nivel de complejidad de la fase del ciclo de aprendizaje, influye en el tipo de competencia lingüística a utilizar, e influye el tipo de ciencia.

IV.3.11.B.1. Fase de exploración

La figura 85 muestra que se plantean básicamente actividades hipotéticas e inductivas.

Las actividades hipotéticas se desarrollan a través de prácticamente todas las competencias cognitivo-lingüísticas, aunque principalmente se emplean descripciones y explicaciones. En las actividades hipotéticas es destacable la utilización de definiciones, justificaciones, argumentaciones e incluso hechos y datos. Se buscan posibles respuestas a partir de diferentes textos.

En las actividades inductivas se emplean descripciones e interpretación de imágenes. Así se realiza la enumeración de características con textos descriptivos, y a partir de dibujos.

Las actividades deductivas apenas se emplean en esta fase para detectar conocimientos previos o para planificar el tema).

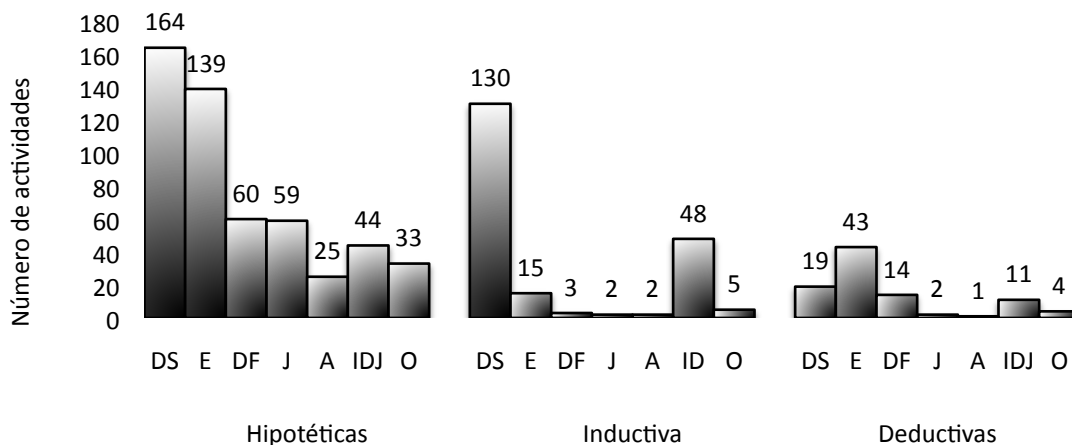


Figura 85. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia en la fase de exploración.

IV.3.11.B.2. Fase de introducción de nuevos puntos de vista

Los resultados obtenidos para la fase de introducción de nuevos puntos de vista (figura 86) son similares, si bien se constatan dos diferencias debidas al incremento de la complejidad y de la abstracción realizada en los procesos mentales.

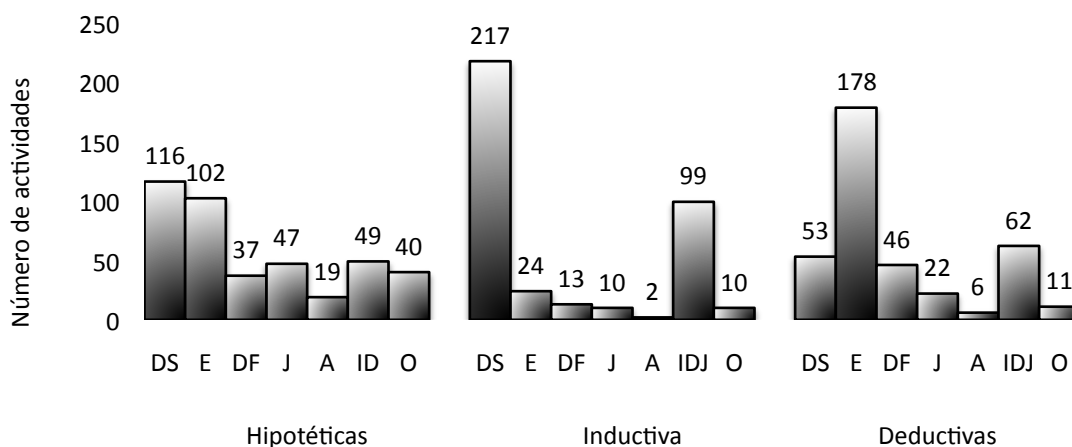


Figura 86. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.

Las actividades hipotéticas se realizan a través de diferentes tipos de textos (principalmente descripciones, explicaciones y justificaciones), y dibujos.

Las actividades deductivas se realizan en mayor medida y con diferentes textos. Son textos dinámicos, abstractos (por ejemplo explicaciones y definiciones), estableciendo relaciones (justificaciones) y dibujos. Se emplean textos descriptivos y dibujos principalmente en actividades inductivas.

IV.3.11.B.3. Fase de formalización o síntesis

Esta fase se caracteriza por presentar un gran número de actividades deductivas (figura 87), en las hipotéticas se emplean algunas explicaciones y en las inductivas algunas descripciones.

El nivel de abstracción de estas actividades supone que, relativamente se diseñan actividades con mayor número de explicaciones, definiciones y dibujos. Son actividades más complejas, pero su carácter causal es escaso y no se plantea convencer a otra persona. Se manifiesta en un menor número de actividades con relación causal (justificaciones) y con el empleo de muy pocas argumentaciones.

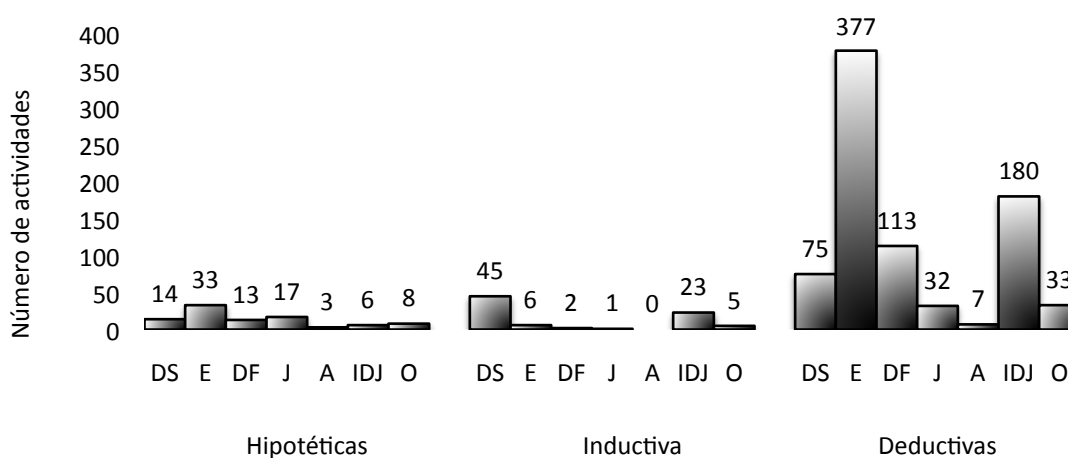


Figura 87. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia en la fase de formalización o síntesis.

IV.3.11.B.4. Fase de aplicación y/o evaluación

La figura 88 muestra que, a semejanza de la fase de formalización, apenas se propone actividades hipotéticas. Las actividades inductivas emplean descripciones y dibujos (el número de actividades es inferior a otras fases). El número de actividades

deductivas es muy superior con el empleo de todo tipo de textos (descripciones, explicaciones, definiciones, justificaciones) y dibujos.

Esto implica que se trata de una fase que parte de ideas que de las que ya se ha realizado la abstracción, para generar nuevas ideas. Por tanto apenas se plantean actividades hipotéticas ya que esta fase aplica las ideas ya formalizadas en nuevos contextos. Se emplean textos explicativos utilización o elaboración de textos sintéticos, dibujos, descripciones, justificaciones y argumentaciones. El número de actividades con textos explicativos es superior, en segundo lugar se emplean dibujos, y también se emplean descripciones y definiciones. La fase final de los aprendizajes, tiene lugar de modo dinámico y diverso, y ello favorece la representación mental en modelos de mayor complejidad, con la ejecución de tareas con textos diferentes.

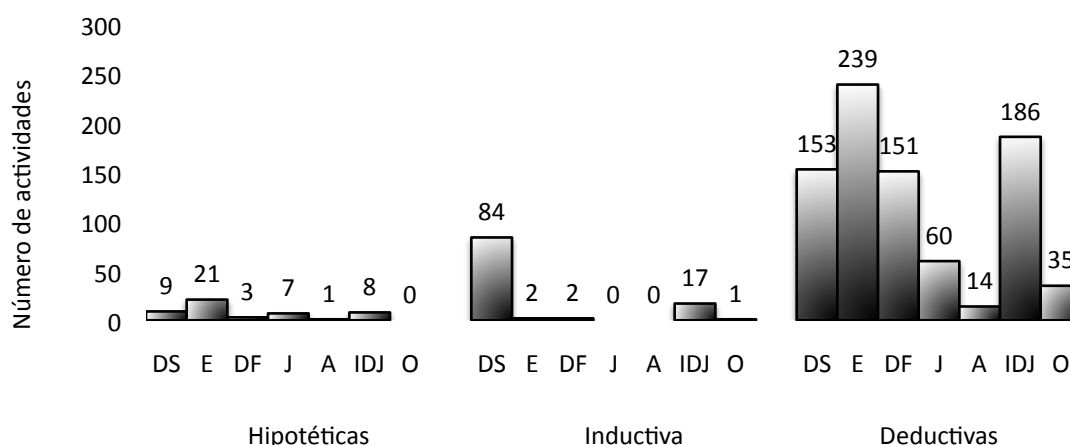


Figura 88. Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüística desglosados según el tipo de ciencia en la fase de aplicación y/o evaluación.

IV.3.12 Análisis de las competencias cognitivo-lingüísticas según las personas que han hecho ciencia

Los resultados de las personas que han hecho ciencia se van a desglosar por disciplinas (Tabla XXXVIII) y por competencias cognitivo-lingüísticas. Principalmente se emplean explicaciones. Las descripciones se emplean en el campo de la geología y electromagnetismo (Volta). Se emplean pocos dibujos, y en su mayor parte en el ámbito del electromagnetismo (Oersted).

Por una parte en el campo de la astronomía señalan en las actividades a Neil Armstrong, Yuri Gagarin, Galileo Galilei, Nicolás Copérnico en el tercer ciclo con una ciencia hipotética, con el empleo de explicaciones al principio y al final de la secuencia didáctica.

Personas que han trabajado las ciencias de la tierra (Mohs por ejemplo) aparecen en el segundo y tercer ciclo, en muchas ocasiones de modo genérico, en actividades hipotéticas y deductivas, a través de explicaciones, al principio y al final de la secuencia didáctica.

Newton (mecánica) aparecen en el segundo ciclo, de modo deductivo, a través de explicaciones, al principio y al final de la secuencia didáctica.

Personas del ámbito de la electricidad (Faraday, Oersted, Ohm, William Gilbert, Charles François Du Fay, Benjamin Franklin, Volta, Dalton, Faraday, Edison, Van der Graaff entre otros/as) aparecen:

- De modo deductivo, e hipotético (Faraday y Franklin en el primer ciclo y con texto argumentativo). Las explicaciones se proponen al inicio y al final de la secuencia didáctica.
- Inductivo (Volta en el segundo ciclo, fase de formalización y descriptivo). La ciencia inductiva se emplean con textos descriptivos al final de la secuencia didáctica.
- Pero principalmente a través de explicaciones. la mayoría en el tercer ciclo y al principio, para introducir conceptos, y al final de ciclo de aprendizaje.

Todos estos datos señalan que se trata de un tema complejo (se emplea muy pocas actividades), muy ligado a temas abstractos y a dispositivos (electricidad). Principalmente se utilizan explicaciones (utilizan un modelo teórico), para presentar o planificar ideas en actividades al inicio de la secuencia didáctica, y al final como aplicación de los conceptos ya formalizados.

Tabla XXXVIII. Competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas según las personas que han hecho ciencia y ciclos de Educación Primaria

Personas que han hecho ciencia	Ciclo de E.P.	Tipo de Ciencia	Competencia cognitivo-lingüística	Competencia			
				FE	FINPV	FFS	FAE
Neil Armstrong, Yuri Gagarin, Galileo Galilei, Nicolás Copérnico.	3	Hipotético	Explicación	1			1
Personas Geólogos	3	Hipotético	Explicación	1			1
Personas Geólogas	2	Deductivo	Descripción	1			1
Personas Paleontólogos	3	Hipotético	Explicación	1			1
Faraday	3	Hipotético	Explicación			1	1
Mohs	2	Deductivo	Explicación	1			1
Newton	2	Deductivo	Explicación	1			1
Oersted	3	Deductivo	Interpretación de Dibujos y Fórmulas			1	1
Ohm	3	Deductivo	Explicación			1	1
Samuel Morse	3	Deductivo	Explicación			1	1
Thales, William Gilbert, Charles Francois Du Fay, Benjamin Franklin, Volta, Dalton Hans Christian Oersted, Faraday, Edison, Van der Graaff.	3	Deductivo	Explicación	2			2
B. Franklin	1	Hipotético	Argumentación			2	2
Van der Graaf	2	Deductivo	Explicación			2	2
Volta	2	Inductiva	Descripción			1	1
Inventos de personas científicas famosas • Faraday (bobina) • Franklin • Volta (pila) • Edison (bombilla) • Frankenstein	3	Deductivo	Explicación	1			1

No se trata de un tema para detectar conocimientos previos, posee escaso carácter hipotético e inductivo (se trata de un tema abstracto que se explica y se desarrolla). En la historia de la ciencia, influye el tema o la disciplina, conocimientos del alumnado de Grado, y sus aplicaciones tecnológicas. Por ello se emplean explicaciones para el desarrollo de las ideas en el marco de una teoría (sea de astronomía, geología o electricidad).

Desde el punto de vista cognitivo-lingüístico, a través de las explicaciones el conocimiento se convierte en contextual. Se plantea principalmente en la fase de exploración, introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación y/o evaluación. La geología y la astronomía se plantea en el primer ciclo con explicaciones y descripciones, en la fase de introducción de nuevos puntos de vista se plantean explicaciones, argumentaciones y dibujos, en la fase de formalización descripciones, y en la fase de aplicación y/o evaluación explicaciones, descripciones y argumentaciones. La ausencia de dibujos o de fotografías puede suponer que no propongan en las actividades mujeres científicas.

IV.4. Estrategias metodológicas

En este apartado se especifican los resultados obtenidos para las estrategias metodológicas utilizadas por el alumnado. En el apartado III.2 se han detallado los métodos que se van a diferenciar en la presente investigación. Son el método expositivo (ME), el método de preguntas (MP), el método de resolución de problemas (MRP), el método de trabajos prácticos (MTP), el método de salidas didácticas (MSD), el método de museos de ciencias (MMC), el método histórico (MH), el método de juegos didácticos (MJD), el método de utilización de Información (MUI), el método de realización de debates (MRD), el método de interpretación (MI), el método de proyectos (MPY) y el método de relatos de ficción (MRF).

Las características de los métodos de enseñanza son diferentes a las competencias cognitivas y cognitivo-lingüísticas. Estas están relacionadas con aspectos cognitivos del aprendizaje. Sin embargo los métodos de enseñanza y aprendizaje están ligados con la dinámica de aula, con el tipo de interacciones o con la forma de plantear las actividades.

Estos métodos además ligados a los contenidos, ya que forman parte de las interacciones en el aula. El profesorado participa y coordina, motiva, solicita participación al alumnado, y todo ello en el marco de la forma de realizarlo dentro o fuera del aula, y con los recursos necesarios.

IV.4.1. Estrategias metodológicas empleadas en las secuencias didácticas

La figura 89 muestra el número de actividades correspondiente a cada estrategia metodológica. Se constata el empleo predominante de las preguntas (Etxabe Urbieta 2015) y de la resolución de problemas. En un segundo nivel de utilización encontramos el método expositivo, la interpretación de dibujos, trabajos prácticos y empleo de información de internet o de fondos bibliográficos. Los métodos que se emplean en menor número de actividades son el de la realización de debates, juegos didácticos, relatos de ficción (foro química y sociedad, 2020), salidas didácticas, museos de ciencias y proyectos.

En Educación Primaria no han utilizado de modo principal método histórico, es decir, la historia de la ciencia está imbuida dentro de otros métodos (método básico sobre el que se emplean casos históricos o hacen referencias a personas que han trabajado haciendo ciencia).

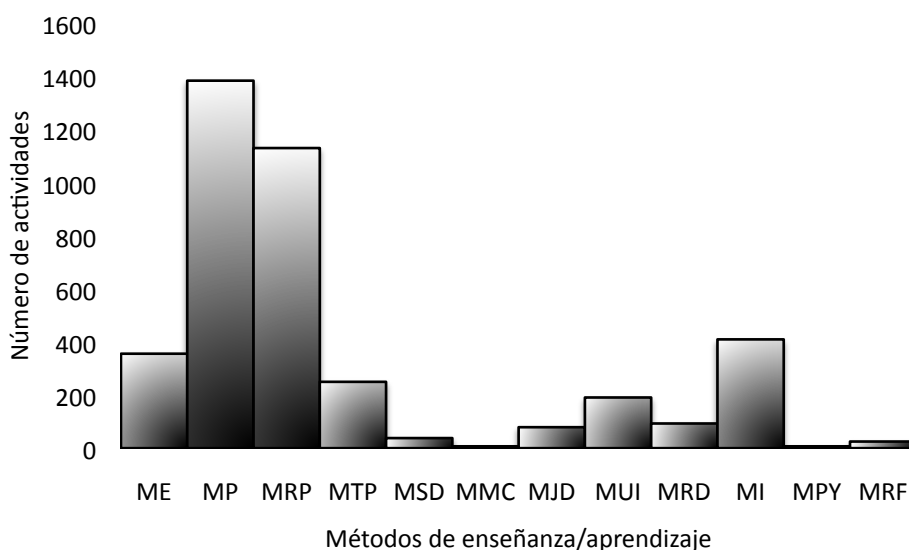


Figura 89. Número de actividades en las que se utilizan las estrategias metodológicas de enseñanza-aprendizaje en las 3792 actividades analizadas.

IV.4.2. Estrategias metodológicas para los tres ciclos de Educación Primaria

La tabla XXIX muestra la utilización de los métodos a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria. Se constata, tanto en frecuencias absolutas como en las relativas, que no hay excesivas diferencias entre los tres ciclos de Educación Primaria.

Estas diferencias ciclo a ciclo son muy pequeñas. Las más importantes se encuentran en el método de preguntas (10,5 y 13,2%) y en el método de utilización de la información (entre el 1 y el 2%), quizás debido a que tengan que escribir la respuesta y sean unas actividades más compleja para el primer ciclo de Educación Primaria (Etxabe Urbieto, 2001a).

IV.4.3. Estrategias metodológicas a lo largo del ciclo de aprendizaje

La tabla XII muestra el número de actividades y porcentajes para cada método de enseñanza y aprendizaje en cada una de las fases de los ciclos de aprendizaje. A diferencia de las pequeñas diferencias entre los tres ciclos de Educación Primaria, en las diferentes fases del ciclo de aprendizaje se constatan diferencias más apreciables.

Tabla XII. *Número de actividades y entre paréntesis la frecuencia relativa (%) de cada método de enseñanza y aprendizaje en cada uno de los ciclos de Educación Primaria*

	Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo
ME	97 (2,4)	109 (2,7)	150 (3,8)
MP	416 (10,5)	444 (11,2)	525 (13,2)
MRP	336 (8,5)	373 (9,4)	422 (10,6)
MTP	95 (2,4)	74 (1,9)	81(2,0)
MSD	17 (0,4)	13 (0,3)	8 (0,2)
MMC	3 (0,1)	2 (0,1)	2 (0,1)
MJD	36 (0,9)	26 (0,7)	17 (0,4)
MUI	41 (1,0)	69 (1,7)	81 (2,0)
MRD	36 (0,9)	31 (0,8)	26 (0,7)
MI	156 (3,9)	110 (2,8)	144 (3,6)
MPY	1 (0,0)	0 (0,0)	6 (0,2)
MRF	10 (0,3)	13 (0,3)	2 (0,1)

La tabla XL indica que hay métodos que se emplean en mayor número de actividades en cada fase. Si sólo analizamos la fase de exploración se constata que principalmente se emplean el método de preguntas y el método de realización de debates. Se plantean situaciones sobre la que el alumnado debe realizar propuestas o elaboraciones, materiales, verbales o escritas, individualmente o en grupo, de modo directivo o dialógico.

Hay otros métodos que se emplean en la parte central del ciclo de aprendizaje. El mayor número de actividades se encuentra en la segunda o tercera fase. Se trata del

caso del método expositivo (mayor número de actividades en la fase de formalización o síntesis), método de trabajos prácticos (fase de introducción de nuevos puntos de vista), método de salidas didácticas (fase de introducción de nuevos puntos de vista), método de utilización de la información (fase de introducción de nuevos puntos de vista), método de interpretación (fase de formalización o síntesis) y el método de relatos de ficción (fase de introducción de nuevos puntos de vista).

En estas situaciones de enseñanza y aprendizaje, el alumnado elabora mentalmente nuevos referentes para resolver situaciones problemáticas planteadas, o se introducen nuevas variables, se elaboran analogías, nuevas relaciones significativas, nuevas formas de valorar, actitudes o formas de emocionarse.

Con estos métodos se generan nuevos referentes para interpretar los sistemas, objetos o para dotar de nuevo significado al medio físico y natural. Estas ideas se encuentran en Etxabe Urbieta (2001c).

Tabla XL. *Número de actividades y entre paréntesis la frecuencia relativa (%) para cada método de enseñanza y aprendizaje en cada una de las fases de los ciclos de aprendizaje*

	FE	FINPV	FFS	FAE
ME	30 (0,8)	72 (1,8)	231 (5,8)	23 (0,6)
MP	487 (12,3)	410 (10,3)	232 (5,8)	256 (6,4)
MRP	145 (3,7)	309 (7,8)	252 (6,3)	425 (10,7)
MTP	26 (0,7)	110 (2,8)	29 (0,7%)	85 (2,1)
MSD	8 (0,2)	13 (0,3)	9 (0,2%)	8 (0,2)
MMC	1 (0,0)	2 (0,1)	1 (0,0%)	3 (0,1)
MJD	9 (0,2)	24 (0,6)	14 (0,4%)	32 (0,8)
MUI	12 (0,3)	85 (2,1)	59 (1,5%)	35 (0,9)
MRD	35 (0,9)	30 (0,8)	14 (0,4%)	14 (0,4)
MI	63 (1,6)	98 (2,5)	147 (3,7%)	102 (2,6)
MPY	0 (0,0)	1 (0,0)	0 (0,0%)	6 (0,2)
MRF	7 (0,2)	9 (0,2)	5 (0,1%)	4 (0,1)

Otros métodos poseen un mayor número de actividades en la parte final del ciclo de aprendizaje, proponen situaciones didácticas diferentes. Se aplican las nuevas ideas en contextos diferentes, se plantean actividades de autorregulación, se relacionan las nuevas ideas dentro de nuevos contextos, o se introducen en los sistemas nuevos elementos para dotarles de significado adicional (Etxabe Urbieta,

2004). Se trata del caso del método de resolución de problemas, museos de ciencias y el método de realización de proyectos. Se propone el mayor número de actividades en la fase de aplicación y/o evaluación.

Por otra parte hay otros métodos que se emplean en muy pocas actividades (Etxabe Urbieto 2003a).

IV.4.4. Competencias cognitivas y métodos de enseñanza y aprendizaje

En este apartado se van a analizar los métodos de enseñanza y aprendizaje que emplea el alumnado del grado en Educación Primaria en cada una de las competencias cognitivas analizadas en el apartado IV.2.2. Al no haber excesivas diferencias entre los ciclos de Educación Primaria, se van a comparar las fases del ciclo del aprendizaje.

IV.4.4.A. “Observar, medir, recoger, registrar, construir”

Los resultados (figura 90) muestran que los métodos que se emplean en mayor medida son el método de preguntas (94 actividades), el método de trabajos prácticos (184 actividades), 27 actividades ligadas al método de interpretación de imágenes, 24 para el método de resolución de problemas y 22 para el método de salidas al medio.

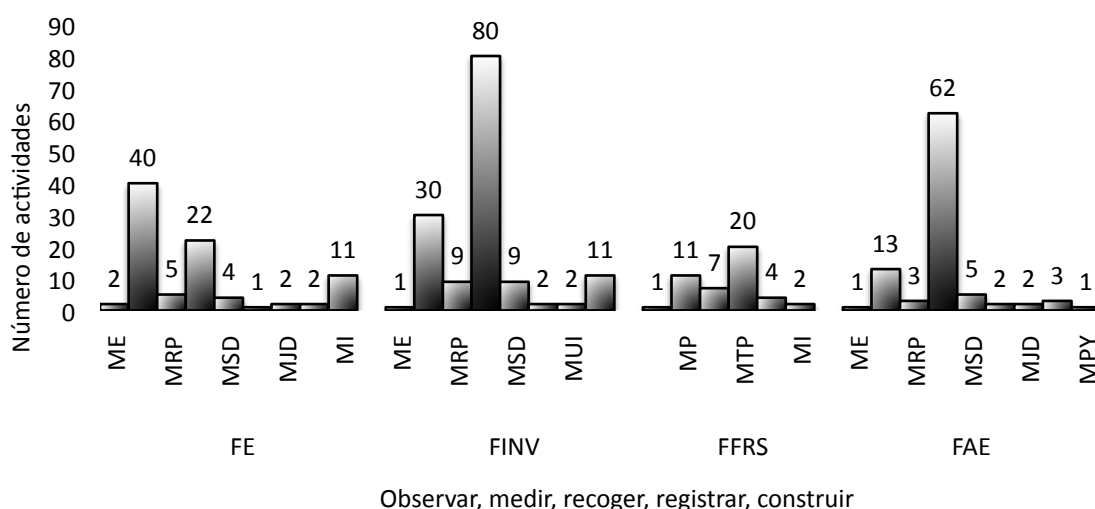


Figura 90. Número de actividades para la competencia cognitiva “Observar, medir, recoger, registrar, construir” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

Esta competencia cognitiva supone percibir de modo participativo algún tipo de información directa o indirecta a partir de los órganos sensoriales. Está ligado con realizar algún tipo de interacción con sistemas naturales o artificiales en el aula o fuera del aula. Posee carácter dinámico. Estos resultados están de acuerdo con el planteamiento teórico. El mayor número de actividades se ha propuesto en actividades de percepción directa, (trabajos prácticos –Caamaño 2003b- o salidas al medio) o bien con métodos que implican realizar actividades dinámicas sobre actividades de observación con preguntas sobre lo que se observa, resolución de problemas (Etxabe Urbieto 2018e) o interpretación de imágenes de la actividad realizada.

Además se constata que el mayor número de actividades de percepción directa se han obtenido en las fases de introducción de puntos de vista (80 trabajos práctico y 9 salidas al medio), y en la fase de aplicación y/o evaluación (62 trabajos prácticos y 9 salidas al medio). De todas formas se han planteado actividades en todas las fases, ya que la percepción directa se puede producir en cualquiera de ellas. Se puede producir de modo más dinámico, solicitando el punto de vista o de modo más expositivo, pero siempre a través de la realización de actividades de observación, medida, registro, construcción o recolección. Por ello se plantean en la fase para evolucionar nuevas ideas con trabajos que exigen percepción, tanto en el aula como en el medio.

IV.4.4.B. “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”

Se trata de una actividad que se realiza con posterioridad a la observación. Se emplean criterios para asignar a un concepto la observación realizada en la actividad. Puede realizarse de modo directo, o sobre una representación esquemática.

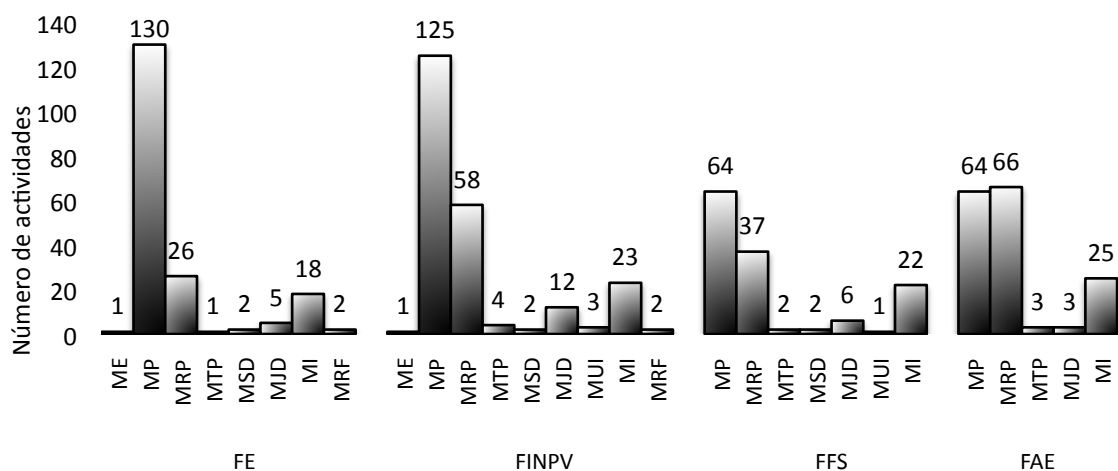
Se han obtenido (figura 91) principalmente 285 preguntas, 187 problemas, 88 interpretaciones de dibujos y 26 juegos didácticos. En todas estas actividades se identifica, se asigna nomenclatura, se reconoce o se enumera, siempre en base a conceptos científicos. Para lograrlo se emplean preguntas, problemas, dibujos o juegos. En estas representaciones esquemáticas de la realidad o en las interacciones con el medio físico y natural se nombran o se asignan conceptos.

La mayor parte de las preguntas se han propuesto en la fase de exploración con la propuesta de hipótesis o de tentativa de identificación frente a problemas. Se han propuesto 130 preguntas frente a 26 problemas.

En la fase de introducción de nuevos puntos de vista se pretende impulsar la evolución de los conceptos con 125 preguntas frente a 58 problemas.

Sin embargo en la fase de formalización se incrementa la interpretación de imágenes (22 actividades) y disminuye la relación entre las preguntas y los problemas. El alumnado ha propuesto 64 preguntas frente a 37 problemas.

La complejidad de la fase de aplicación y/o evaluación se manifiesta en un incremento del método de interpretación (25 actividades) y de la relación entre las preguntas (64) y problemas (66). Esta relación evoluciona de un mayor número relativo de preguntas en la primera fase a una relación más equilibrada en la fase final del ciclo de aprendizaje.



Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar.

Figura 91. Número de actividades para la competencia cognitiva “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

IV.4.4.C. “Buscar”

Esta habilidad es la tarea para encontrar relaciones significativas con otros hechos datos o conceptos, para hallar el significado de un concepto, un principio o una teoría, con el empleo de recursos o fuentes de información necesarias para ello.

Se manifiesta en 70 actividades ligadas con el método de utilización de información, 8 problemas y 4 interpretaciones de imágenes propuestas por el alumnado del grado en Educación Primaria.

Por otra parte “buscar” no es proponer una hipótesis, sino realizar una acción para llegar al conocimiento, trabajar o profundizar con dicho conocimiento o, en menor medida aplicarlo a nuevos contextos. Por tanto los resultados de la figura 92 son coherentes con estas ideas, ya que el alumnado del grado ha propuesto 5 actividades para la fase de exploración, 43 para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 26 para la formalización o síntesis y 14 de aplicación y/o evaluación. Se constata que no es ni la tarea más compleja, ni la más abstracta, pero que posee un cierto grado de complejidad y de abstracción. Suelen estar ligados a los contenidos sobre los que se plantea la utilización de fuentes de información. Esta actividad puede emplear situaciones problemáticas que conllevan la utilización de imágenes.

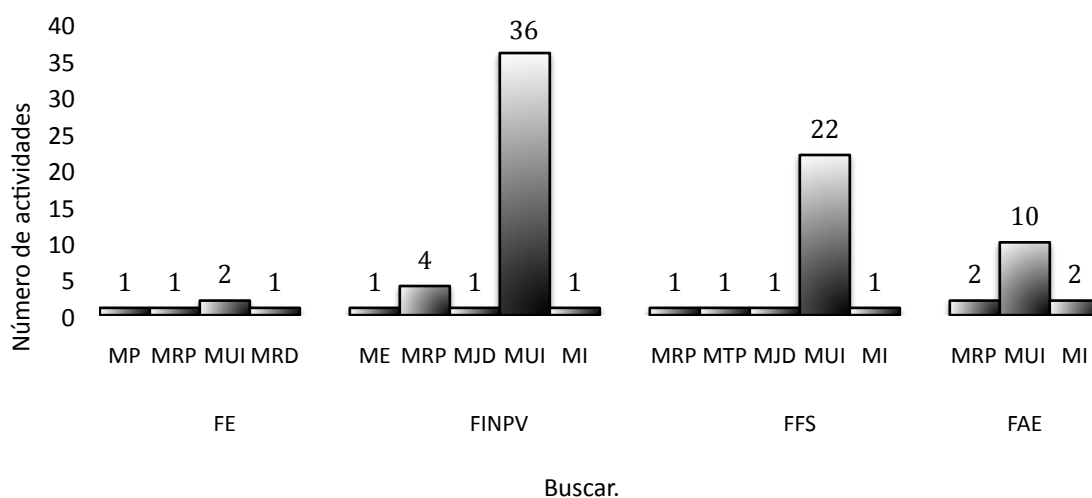


Figura 92. Número de actividades para la competencia cognitiva “Buscar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

IV.4.4.D. “Formalizar o teorizar”

Se trata de una habilidad cognitiva ligada a comprender, reordenar o interiorizar el significado de ideas, lo que supone elaborar o comunicar textos o discursos. Se emplea en gran medida con el método expositivo, o cualquier otro método que

utilice información o imágenes. Así, se han propuesto 256 actividades con el método expositivo, 58 actividades con la utilización de la información y 11 actividades con la interpretación de imágenes (figura 93). Se constata que la comprensión, reestructuración o interiorización del conocimiento se lleva a cabo con el método expositivo y con el método de utilización de la información. Apenas se emplean otros métodos. A través de las exposiciones directivas o dialógicas, se generalizan teorías, se interpreta el conocimiento, se produce la abstracción sobre evidencias o percepciones, y se emplean teorías, datos o procedimientos.

Es posterior a la elaboración de hipótesis. Tampoco supone aplicar o evaluar, ya que la comprensión se realiza con anterioridad. En consecuencia se emplean exposiciones, diferentes informaciones, se evoluciona hacia el aprendizaje de nuevas ideas, y en mayor número de actividades se busca la síntesis o la reestructuración de los contenidos. Estas ideas están de acuerdo con las 70 actividades totales de la fase de introducción de nuevos puntos de vista y 233 actividades totales de la fase de formalización o síntesis (frente a las 23 de la fase de exploración y 25 de la fase de aplicación y /o evaluación).

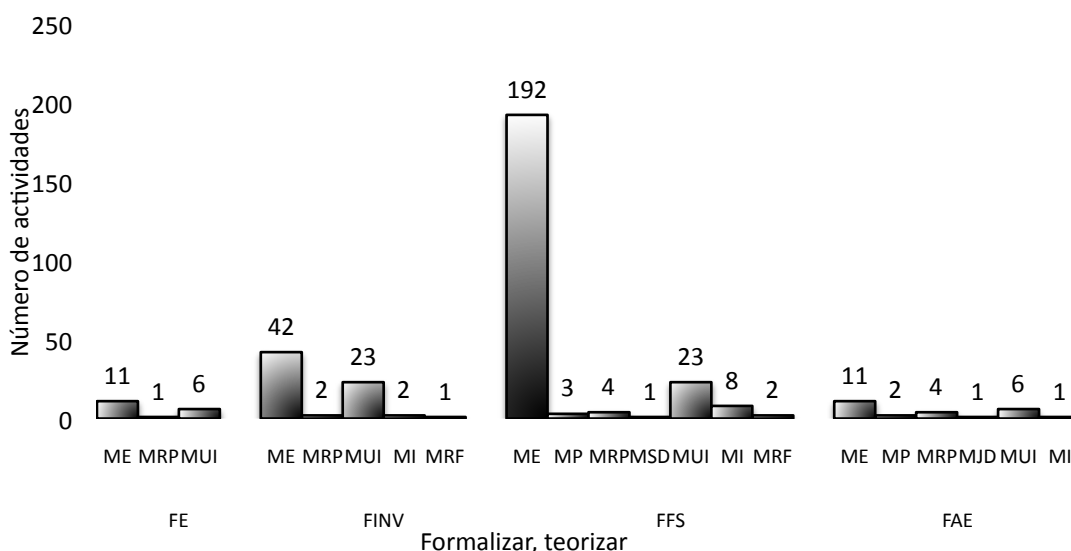


Figura 93. Número de actividades para la competencia cognitiva “Formalizar, teorizar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

IV.4.4.E. “Relacionar, asociar”

Descubrir sus relaciones implica interpretar, y para ello en el aula deben plantearse actividades para buscar similitudes o diferencias entre elementos de medio físico y natural o entre ideas abstractas. Para ello se plantean interrogantes para establecer estas formas de relación o de asociación, o bien plantear situaciones problemáticas. Así se constata que el alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 142 actividades con preguntas y 19 preguntas con problemas. En menor medida emplean otros métodos ligados con esta competencia (figura 94).

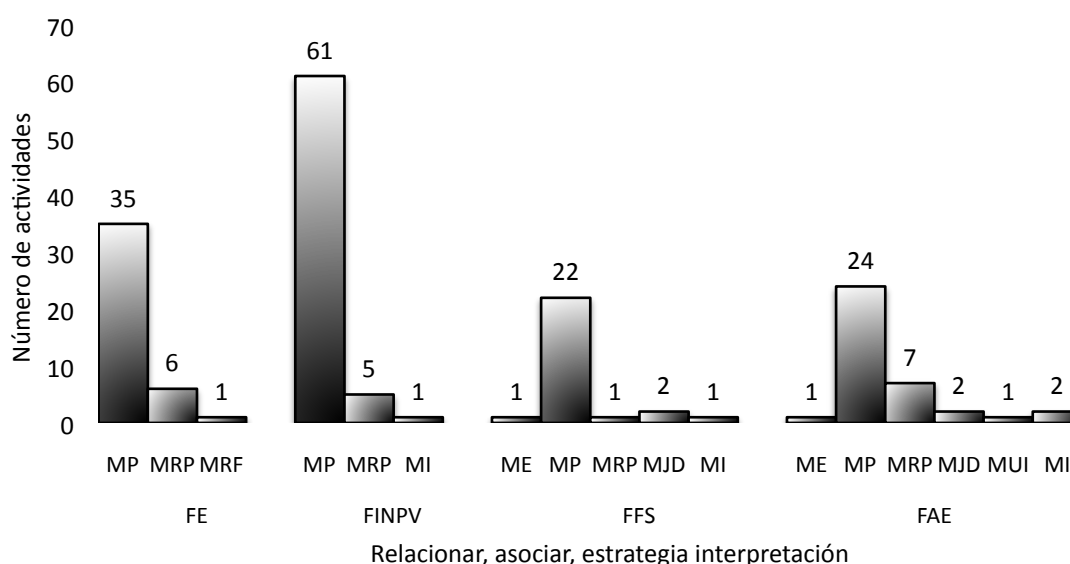


Figura 94. Número de actividades para la competencia cognitiva “Relacionar, asociar, (estrategia interpretación)” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

Por otra parte establecer relaciones e interpretaciones se puede plantear de forma de tentativa (emisión de ideas hipotéticas), o para evolucionar los conocimientos, para formalizar el conocimiento, o incluso para su aplicación y/o evaluación. Así se propone mayor número de preguntas al inicio (elaboración de ideas hipotéticas) y con menor número de actividades al final de la secuencia didáctica (35, 61, 22 y 24 preguntas en el ciclo de aprendizaje). En estas fases se proponen de igual modo problemas (6, 5, 1, 7), sobre todo en la fase de exploración y en la fase de aplicación y/o evaluación. Así se parte de conocimientos del alumnado,

se cotejan con características de otros elementos del medio o con otras ideas de mayor abstracción. De este modo, a través de las preguntas o problemas de la fase de exploración y de aplicación, se establecen relaciones o se delimitan los conocimientos, tanto entre elementos concretos o entre relaciones con entidades simbólicas de mayor abstracción.

IV.4.4.F. “Comparar, diferenciar, distinguir”

Esta habilidad cognitiva se utiliza para reconocer diferencias entre elementos de un sistema natural o artificial. Para el alumnado supone enfrentarse a un problema, o plantearse preguntas sobre dichos sistemas. Se necesita una referencia y consensuar criterios.

Los resultados están de acuerdo con las características de esta fase. Se han obtenido 79 actividades con preguntas y 64 problemas a lo largo de todas las fases de la secuencia didáctica. Se han planteado 21 preguntas y 14 problemas en la fase de exploración, 23 y 26 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 25 y 9 en la fase de formalización o síntesis y, 11 y 15 para la fase de formalización o aplicación (figura 95). Se constata que se proponen en todos los momentos de la secuencia didáctica, los problemas al principio y al final, y las preguntas a lo largo de todas las fases de la secuencia. El mayor número de métodos diferentes se propone a partir de la fase de introducción de nuevos puntos de vista.

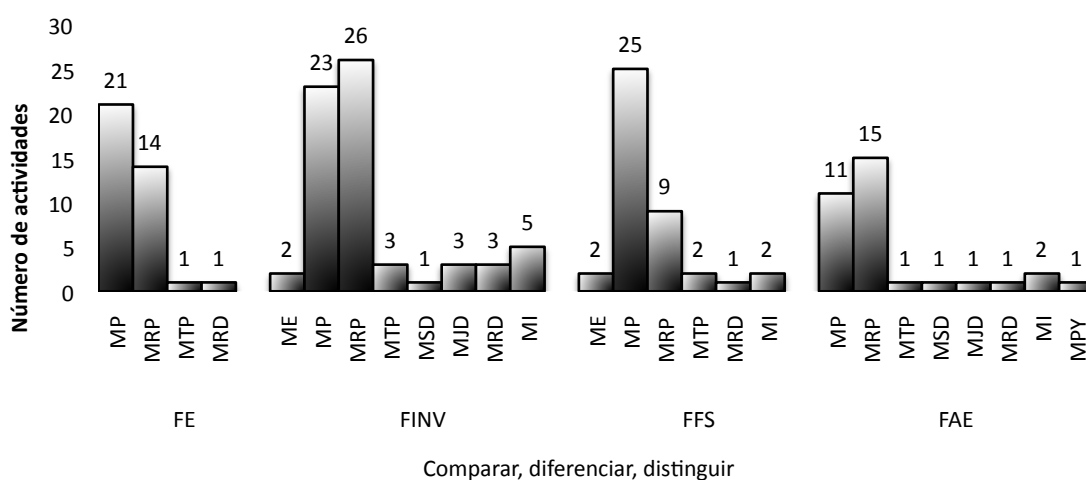


Figura 95. Número de actividades para la competencia cognitiva “Comparar, diferenciar, distinguir” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

Con los métodos que aparecen en la figura 95, se introducen las nuevas ideas, se reestructuran y se aplican en nuevos contextos.

IV.4.4.G. “Clasificar”

Supone una situación problemática en la que se deben organizar o situar objetos o ideas según criterios. En base a propiedades de objetos, según sus similitudes y diferencias, supone organizar o estructurar en subconjuntos. Para el alumnado supone un problema que debe resolver.

El alumnado del grado en Educación Primaria (figura 96) ha propuesto 59 problemas distribuidos a lo largo del ciclo de aprendizaje del siguiente modo: 8 en la fase de exploración, 16 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 11 en la fase de formalización o síntesis y 24 en la fase de aplicación o evaluación. Por tanto se constata el dinamismo, ya que se plantea la mayor parte de los problemas en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación y/o evaluación. El alumnado debe implicarse en la resolución de estos problemas.

A partir de la fase de introducción de nuevos puntos de vista, se propone la utilización del mayor número de estrategias metodológicas. La complejidad se refleja con un mayor número de problemas en la fase de aplicación y/o evaluación. Esta competencia implica cierto nivel de problematicidad.

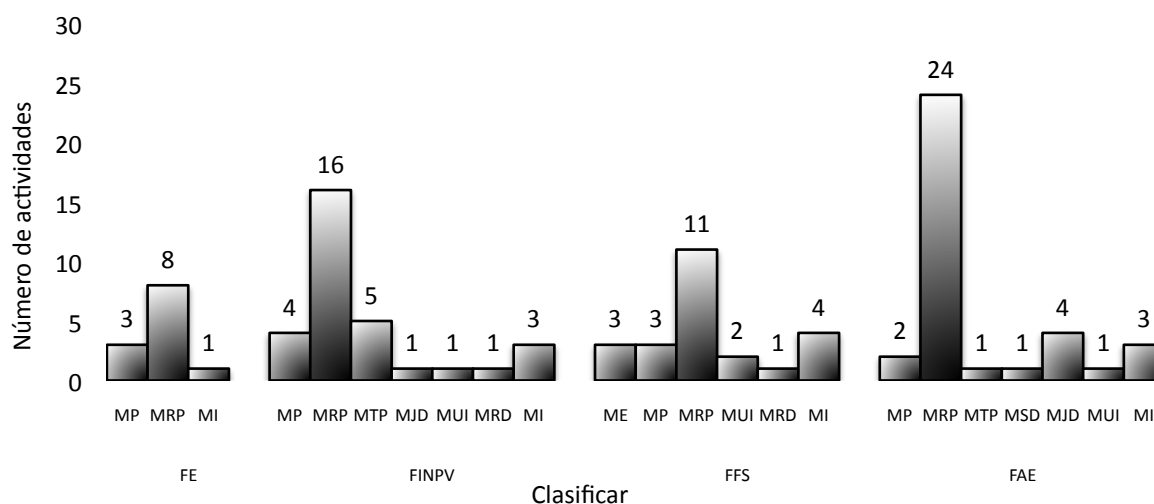


Figura 96. Número de actividades para la competencia cognitiva “Clasificar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

IV.4.4.H. “Elaborar hipótesis”

Son acciones para proponer o formular ideas, a través de cuestiones, preguntas o problemas, en base a conocimientos científicos para posibilitar el desarrollo cognitivo, y la comprensión.

El alumnado del grado en Educación Primaria (302 preguntas y 25 problemas). Estas actividades (figura 97) se plantean principalmente antes de la formalización de los conocimientos, es decir en la fase de exploración (225 actividades) y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (87 actividades). Se plantea un número inferior de actividades en la fase de formalización o síntesis (17 actividades) y en la fase de aplicación y/o evaluación (13 actividades). Estos resultados son lógicos con lo señalado en el párrafo anterior, ya que esta competencia se desarrolla con anterioridad a la formalización.

Por tanto las hipótesis son previas a la formalización de los conocimientos, ya que se buscan respuestas coherentes a problemas planteados sobre conocimientos sobre las variables dependientes e independientes. Estas predicciones o diseños de igual modo se realizan con debates, para iniciar la secuencia didáctica, y trabajos prácticos para evolucionar o aplicar o evaluar.

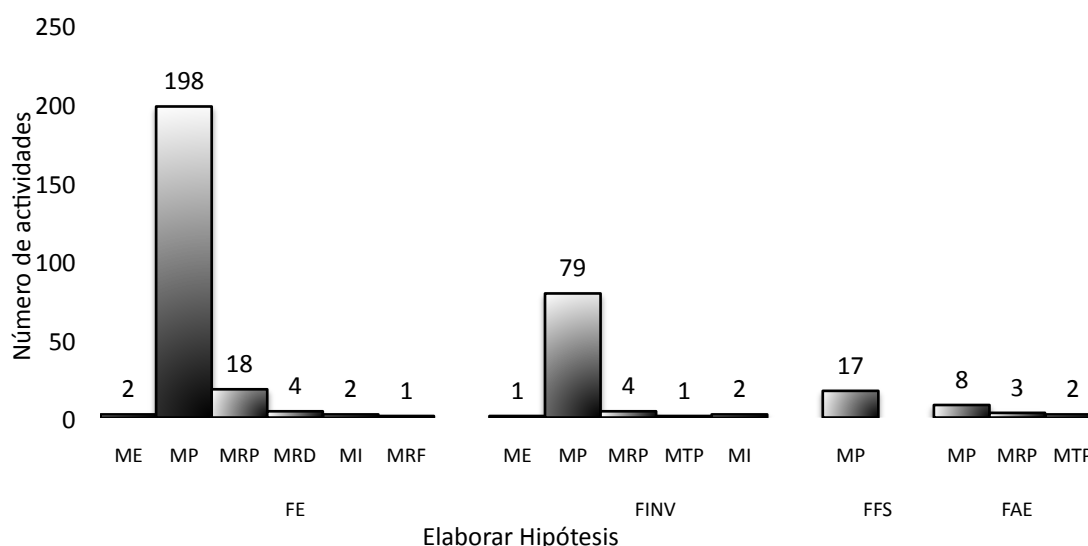


Figura 97. Número de actividades para la competencia cognitiva “Elaborar hipótesis” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

IV.4.4.1. “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”

Se pone, emplea, ejecuta o atribuye una idea o conocimiento sobre otro anterior. Por tanto para relacionar conocimientos es lógico emplear preguntas y problemas, aunque igualmente se pueden emplear juegos, debates y en el caso de que haya imágenes, interpretación de imágenes.

Los resultados (figura 98) obtenidos tras analizar las secuencias didácticas elaboradas por el alumnado del grado en Educación Primaria, señalan que se han propuesto 125 preguntas y 65 problemas distribuidas en las diferentes fases. Para la fase de exploración 6 actividades, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista 30 actividades, para la fase de aplicación y/o evaluación se han propuesto 42 actividades, y para la fase de aplicación y/o evaluación se han propuesto 140 actividades.

Se emplean preguntas y los problemas, además de juegos didácticos (8 actividades), utilización de información (2 actividades), interpretación de imágenes (9 actividades) y realización de debates (2), método expositivo (3) y relatos de ficción (1).

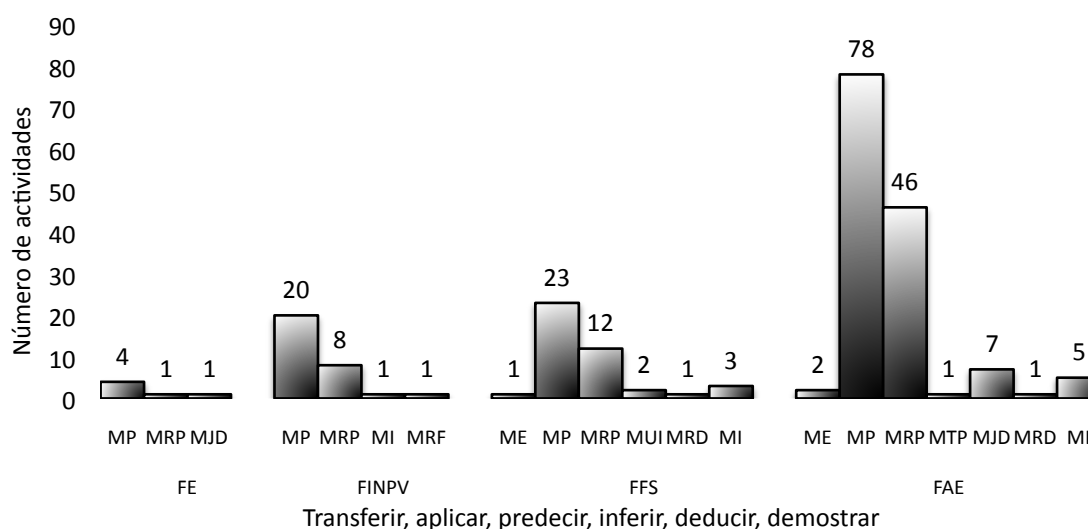


Figura 98. Número de actividades para la competencia cognitiva “Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

Habida cuenta de que necesitan partir de abstracciones ya formalizadas, se aplican a otras actividades, y por tanto se proponen en la fase de aplicación y/o

evaluación. Los resultados indican que esta competencia se trabaja en mayor medida al final de la secuencia didáctica (en la formalización y sobre todo en la aplicación y/o evaluación). Está de acuerdo con el número de actividades propuesto en cada una de las fases.

De este modo las actividades para desarrollar esta competencia implican centrarse en situaciones concretas de nuevos contextos, con métodos diversos y dinámicos.

IV.4.4.J. “Analizar”

Esta competencia cognitiva descompone una situación, sobre una situación problemática, en sus elementos constituyentes, para encontrar las relaciones existentes entre ellas. Por tanto la hipótesis que se plantea indica que se pueden emplear diferentes métodos para hallar la solución y para relacionar diferentes elementos que forman parte de los sistemas materiales. Todo ello se puede realizar sobre sistemas más simples o más complejos.

En la fase de exploración, en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación y/o evaluación (figura 99), se han propuesto ocho métodos y en la fase de formalización nueve métodos. Las actividades de interpretación de imágenes son las que más se emplean (19 en la fase de exploración, 33 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 83 en la fase de formalización y 28 en la fase de aplicación y/o evaluación). Además los métodos que más se emplean son el método de interpretación de imágenes (163 actividades), el método de preguntas (43 actividades), el método de resolución de problemas (53 actividades), utilización de información (20 actividades), debates (26 actividades) y 10 trabajos prácticos.

Son métodos basados en problemas e imágenes, principalmente abiertos para resolverlos o generar debates o encontrar información para analizarlo.

La complejidad y la abstracción se manifiesta en el mayor número de actividades propuestas para la formalización o síntesis (56 en la fase de exploración, 100 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 118 en la fase de formalización o

síntesis y 61 actividades en la fase de aplicación), y en la diversidad y complejidad de las estrategias metodológicas empleadas.

Analizar supone mayor complejidad y abstracción que identificar, se trata además de buscar relaciones, es decir abstracción, para buscar la solución al problema.

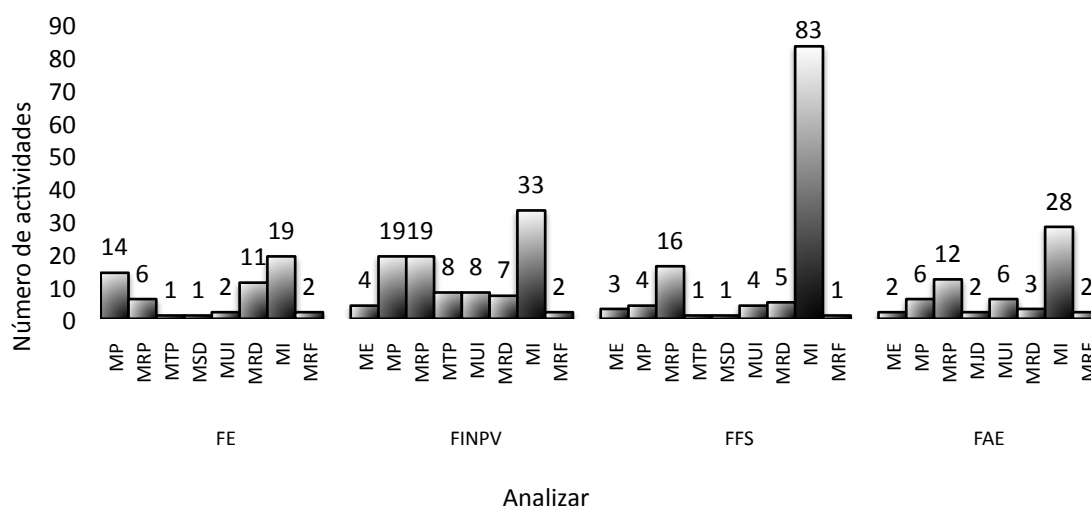


Figura 99. Número de actividades para la competencia cognitiva “Analizar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

IV.4.4.K. “Sintetizar”

Esta habilidad cognitiva que trabaja con fragmentos, partes y elementos, que los organiza, los ordena y los combina para formar un todo resumido, o esquemático, supone sobre todo abstracción. Implica que la mayor parte de las actividades (figura 100) se propone en la fase de formalización o síntesis (61 actividades). También se proponen en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación y/o evaluación (31 actividades), y en la fase de exploración (28 actividades).

La abstracción se traduce en las actividades propuestas por el alumnado del grado en Educación Primaria, ya que se propone el doble de actividades que en las otras fases. Los métodos que se plantean son principalmente el método expositivo (36 actividades distribuidas en 9, 8, 17 y 2 a lo largo del ciclo de aprendizaje), el método de preguntas (55 distribuidas en 14, 11, 20 y 10 actividades) y el método de

resolución de problemas (44 distribuidas en 5, 9, 16 y 14 actividades respectivamente). Además esta competencia se trabaja en juegos (1, 2 y 4 actividades) e interpretación de imágenes (2, 4 y 1 actividad).

Se propone un mayor número de problemas en la fase de formalización (16 actividades). También se proponen en el resto de las fases (5 en la fase de exploración, 9 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y 14 en la fase de aplicación y/o evaluación). Implica abstracción y complejidad.

Con estos métodos se estructura el conocimiento, se unen elementos y sus constituyentes para formar un todo, elaborar un plan o conjunto de instrucciones, lo que es coherente con la exploración, introducción de nuevas ideas, y además también hay formalización y deducción (aplicación).

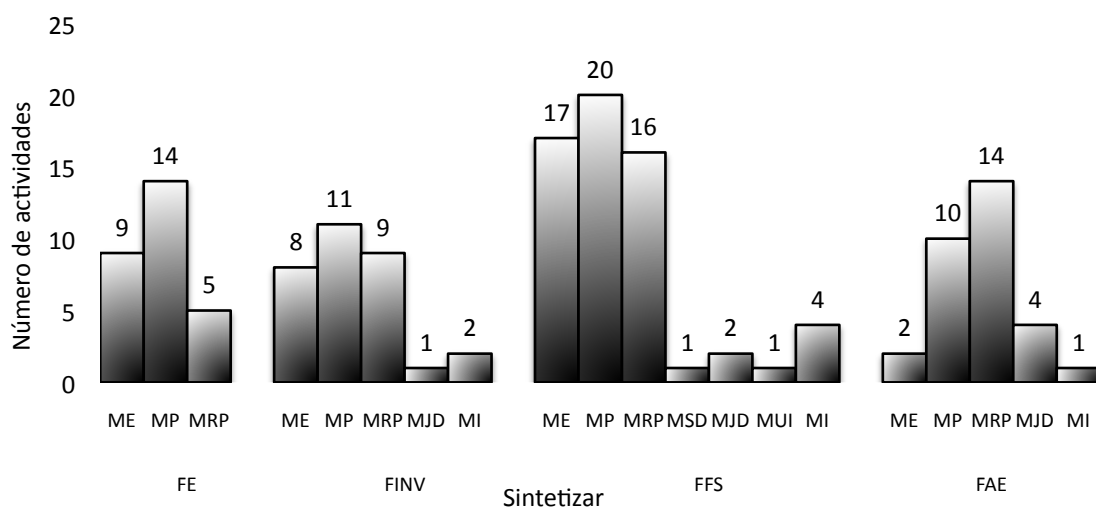


Figura 100. Número de actividades para la competencia cognitiva “Sintetizar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

IV.4.4.L. “Organizar, estructurar, seriar, ordenar”

Está ligado a la disposición de elementos o relaciones de una determinada manera, y para ello se establecen relaciones dentro o fuera de un conjunto. Para ello se necesita una interrogante sobre la que se obtengan criterios, sobre los elementos o las relaciones dentro de un sistema, o entre otros, mediante ideas más abstractas.

El alumnado del grado en Educación Primaria ha planteado actividades (figura 101) empleando principalmente preguntas, sobre todo para evolucionar ideas, formalizar o para aplicar o evaluar ideas (3 para explorar, 9 para introducir nuevas ideas, 11 para formalizar o sintetizar y 9 para aplicar o evaluar). De igual modo se han empleado otros métodos como la interpretación de imágenes (2 para la exploración, 1 para formalizar y 4 para aplicar o evaluar), 3 actividades para utilizar información y 1 relato de ficción en la exploración y 1 salida al museo de ciencias para aplicar y/o evaluar.

Las preguntas son el punto de partida para organizar, ordenar o seriar, sobre todo con nuevas ideas, sobre todo a partir de la introducción de nuevas ideas.

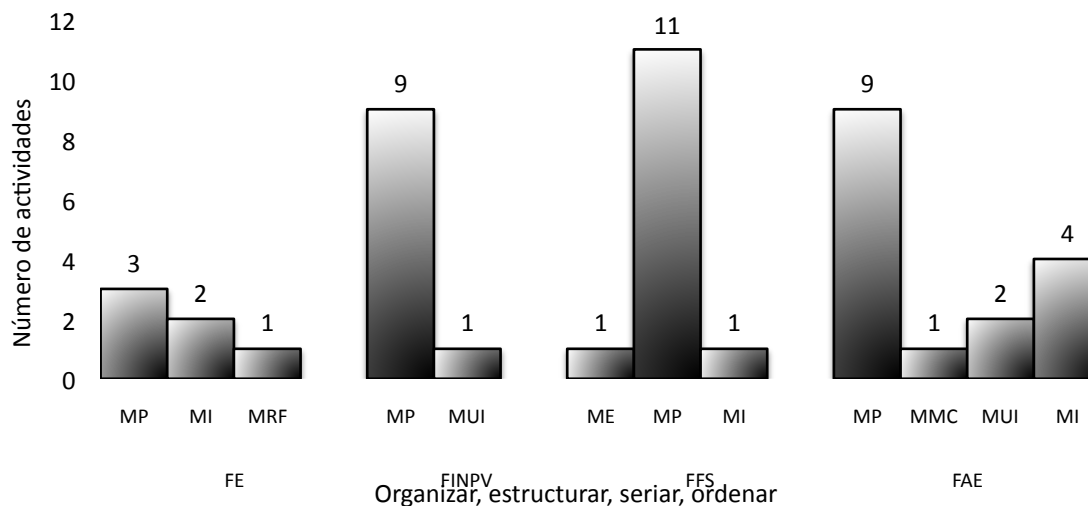


Figura 101. Número de actividades para la competencia cognitiva “Organizar, estructurar, seriar, ordenar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

Así se ordena, se jerarquiza y se establecen elementos modo lineal o cíclico. Se emplean textos o dibujos, con métodos adecuados y aplicables en diferentes casos como preguntas, interpretación de imágenes, relatos de ficción, utilización de información, expositivos y museos de ciencias.

IV.4.4.M. “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”

Resolver problemas, responder a preguntas, completar un esquema o realizar un dibujo o escribir un texto supone desarrollar esta competencia.

El alumnado de grado (figura 102) propone utilizar conocimientos, su comprensión, creatividad, procesos y productos, y para ello propone principalmente:

- El método de resolución de problemas (188 actividades, 33 de exploración y 55 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 51 en la fase de formalización y 92 en la fase de aplicación y/o evaluación).

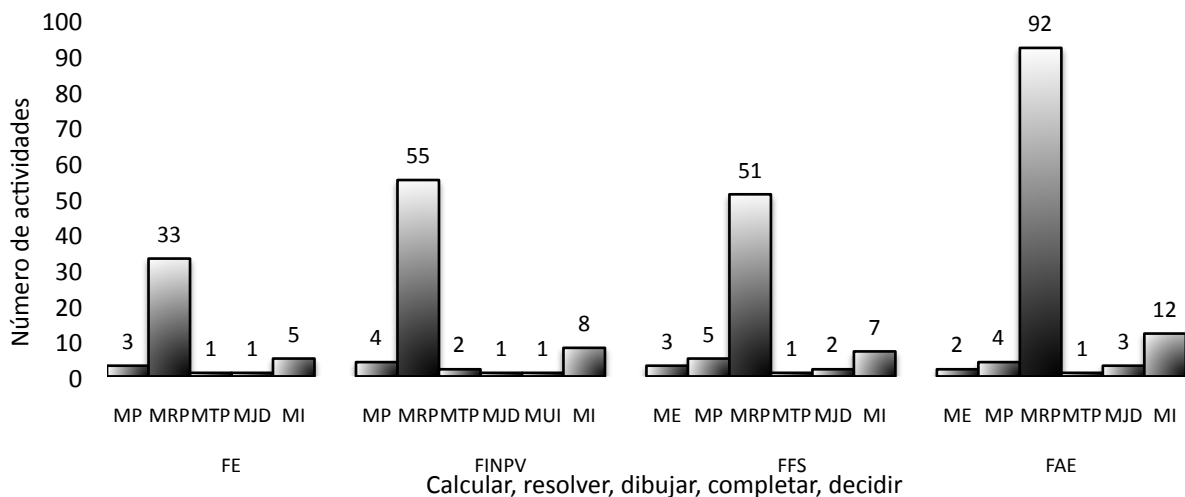


Figura 102. Número de actividades para la competencia cognitiva “Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

- También propone emplear otros métodos como el método de interpretación (5 para la exploración, 8 para introducir nuevos puntos de vista, 7 para formalizar o sintetizar, 12 para aplicar y/o evaluar).
- Método de preguntas (3 para la exploración, 4 para introducir nuevos puntos de vista, 5 para formalizar o sintetizar, 4 para aplicar y/o evaluar).
- El método de juegos didácticos (1 para la exploración, 1 para introducir nuevos puntos de vista, 2 para formalizar o sintetizar, 3 para aplicar y/o evaluar) entre otros.

Las imágenes y los esquemas, las preguntas o los juegos son estrategias que suponen, decidir, dibujar, completar o calcular, ya que en diferentes contextos se plantean situaciones para llegar a un “producto” siguiendo unas reglas.

Estos métodos favorecen el desarrollo de la capacidad de razonamiento, con la formalización de operaciones con mayor o menor complejidad, para prever, estructurar, conjeturar, estimar, proyectar y completar.

Se plantean en todas las fases del ciclo de aprendizaje (43 en la exploración, 71 en la introducción de nuevos puntos de vista, 69 en la formalización o síntesis y 114 en la aplicación y/o evaluación). Se propone mayor número de actividades al final del ciclo de aprendizaje (complejidad de esta competencia cognitiva), igualmente se proponen actividades de diseño para evolucionar los conocimientos. Igualmente se plantea un acercamiento a los conocimientos científicos, y en menor medida, pero del mismo modo para planificar tareas, plantear interrogantes o detectar conocimientos previos. En cualquiera de las fases los métodos suponen obtener dibujos o a una forma de texto, una combinación de ambos, o bien una aplicación directa a datos conocidos o esquemas simbólicos de interpretación lógico-matemática.

IV.4.4.N. “Elaborar, jerarquizar, seleccionar”

Supone llegar a un “producto”, a una solución, que el alumnado llega tras estructurar y ordenar, y desarrollar procesos. Se utiliza información, percepción o representación de la información (textos, dibujos, representaciones simbólicas previas entre otras).

Así en la figura 103 se observa que el alumnado de grado utiliza básicamente el método de resolución de problemas (10 en la fase de exploración, 39 para la introducción de nuevos puntos de vista y para formalizar y 73 para la fase de aplicación y/o evaluación).

Esta estrategia se utiliza en mayor número de actividades al final del ciclo de aprendizaje (63 actividades en la FINPV, para formalizar 59 actividades y para aplicar o evaluar 102 actividades). El menor número de actividades se plantea al inicio (en total 17 actividades), y se llega al producto a elaborar al final.

Además, se emplean otros métodos. Son el método expositivo (2 en la FE, 9 para la FINPV, 3 para la FFS y 2 para la FAE), interpretación de imágenes (4 en la FE, 2 para la FINPV, 6 para la FFS y 10 para la FAE) y utilización de la información (6 para la FINPV, 4 para la FFS y 7 para la FAE). Son coherentes con el empleo de textos e imágenes, y principalmente se utilizan para evolucionar o formalizar conceptos.

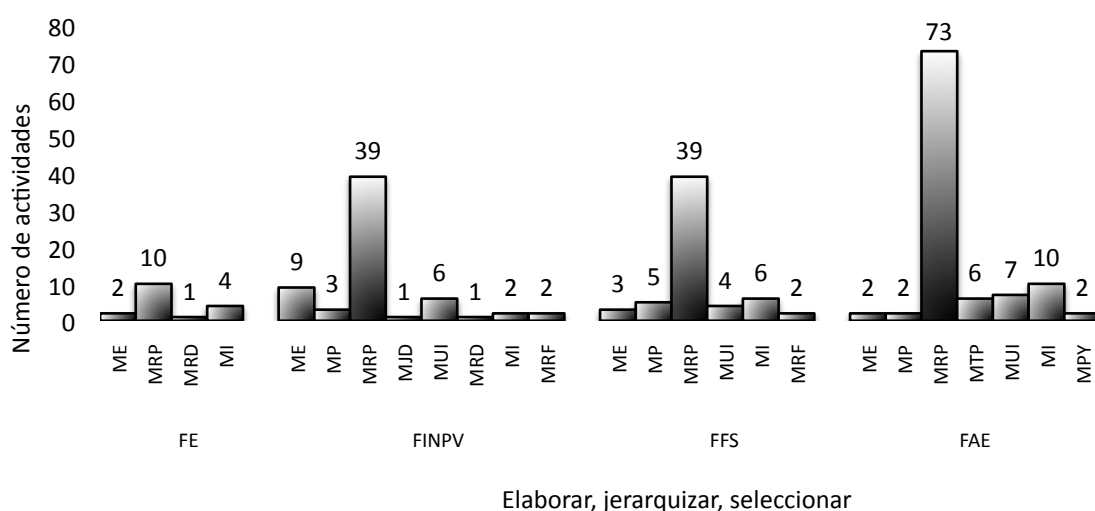


Figura 103. Número de actividades para la competencia cognitiva “Elaborar, jerarquizar, seleccionar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

Se trata de actividades dinámicas para el alumnado, poseen pensamiento continuo y complejo y además dinámico, ya que integran conocimientos, actitudes y procedimientos. Supone construir y transformar. Se ha reflejado con metodologías activas tales como problemas, imágenes, debates, trabajos prácticos, utilizar información y relatos de ficción entre otros.

IV.4.4.O. “Diseñar, inventar”

La figura 104 muestra que el alumnado del grado en Educación Primaria propone problemas (2 en la FE, 10 para la FINPV, 3 para la FFS y 7 para la FAE), preguntas (2 en la FE, 4 para la FINPV, 5 para la FFS y 6 para la FAE), trabajos prácticos (5 para la FINPV, 2 para la FFS y 7 para la FAE), proyectos (1 para la FINPV y 2 en la FAE).

Todo ello es coherente con buscar soluciones, y estructurar, utilizar la creatividad para llegar a elaborar procedimientos. Es remarcable que el alumnado del grado no

haya utilizado el método de interpretación de imágenes. Seguramente estarán integrados dentro de otros métodos.

Conlleva dinamismo para crear o para diseñar, y se manifiesta en un mayor número de actividades, sobre todo problemas y preguntas. Han propuesto para la FINPV (22 actividades) y para la FAE (25 actividades). En menor medida para FE (4 actividades) y para la FFS (11 actividades).

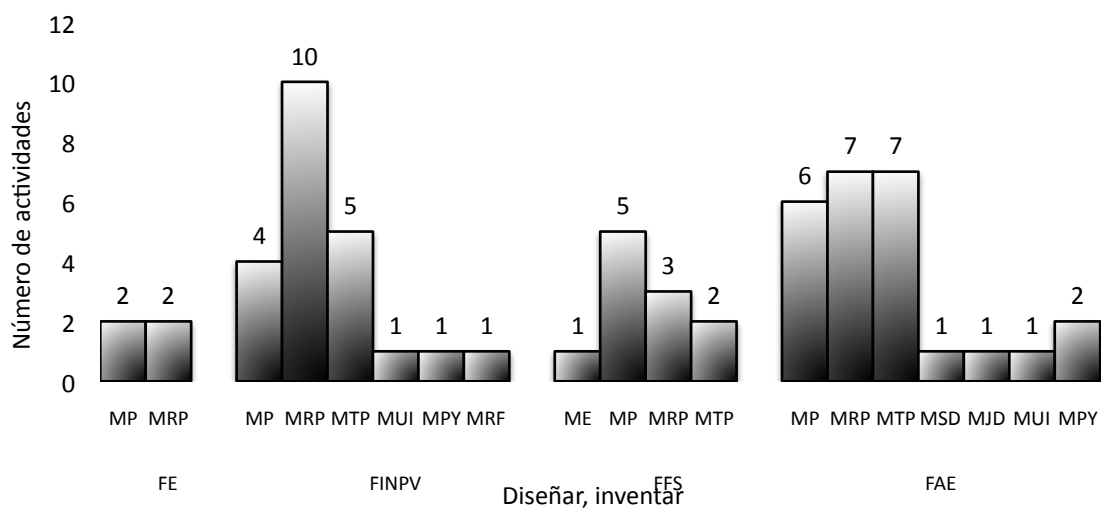


Figura 104. Número de actividades para la competencia cognitiva “Diseñar, inventar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

Estos resultados son coherentes en el sentido en que desarrollar esta competencia implica:

- Una tarea dinámica (se plantea para evolucionar conceptos y aplicar).
- Integrar multitud de conocimientos, actitudes y de procedimientos.
- Se emplea el pensamiento.

Además se plantea a lo largo del ciclo de aprendizaje, se puede desarrollar de diferentes formas y se refleja en el gran número de métodos que se emplean en dichas fases.

Supone buscar posibles soluciones, estructurar, desarrollar y generar textos o esquemas, ordenados y elaborar procedimientos.

IV.4.4.P. “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”

Ligado a otras competencias cognitivas, se refiere a reflexionar y juzgar o emitir juicios de valor, lo que implica adoptar entre varias una postura determinada, en base al conocimiento (relacionado con conceptos o teorías, o con trabajos, o sobre normas).

La figura 105 muestra que el alumnado del grado en Educación Primaria lo ha interpretado desde una perspectiva metodológica a través de la realización de debates (17 en la FE, 18 para la FINPV, 6 para la FFS y 9 para la FAE), planteado preguntas (11 en la FE, 9 en la FINPV, 14 para FFS y 17 para la FAE) y problemas (2, 7, 4, y 19 respectivamente para las cuatro fases).

Así se observa que el alumnado del grado en Educación Primaria, plantea situaciones con interrogantes, para buscar una solución. Se inicia con preguntas y debates. A continuación se plantean situaciones sobre juicios de valor. A través de problemas se proponen nuevas ideas. Se formaliza mediante preguntas, con la finalidad de reestructurar. Aplicar supone también preguntas, problemas y debates para fomentar la autorregulación de ideas.

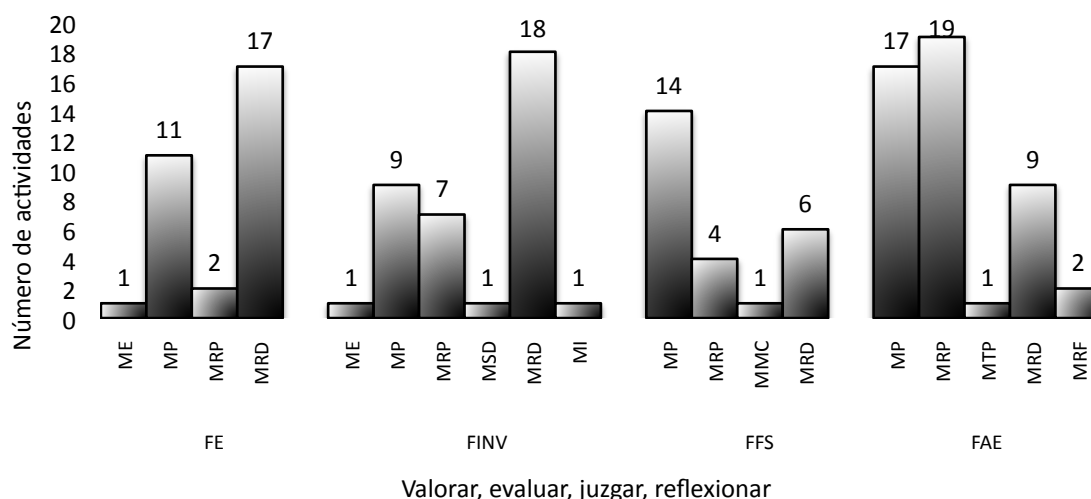


Figura 105. Número de actividades para la competencia cognitiva “Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

De igual modo se han planteado 31 actividades para la fase de exploración, 37 para provocar la evolución de las ideas, 25 para formalizar y 48 para aplicar o evaluar,

lo que implica que se desarrolla en diferentes momentos. Se emplea en mayor medida al final, en la aplicación y/o evaluación, y en la introducción de nuevas ideas y evolución de los aprendizajes.

IV.4.4.Q. “Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos”

Desarrollar la mente y el pensamiento supone ajustar características de otros elementos, por poseer algún aspecto o característica similar. Del mismo modo implica reconocer similitudes entre elementos de medio físico y natural o entre ideas abstractas. Se inicia con modelos conocidos para ajustar las características de otros modelos.

La figura 106 muestra que partir de ideas conocidas se puede realizar en cualquiera de las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 19 actividades para la fase de exploración, 61 actividades para la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 48 actividades para formalizar o sintetizar y 45 actividades para aplicar o evaluar.

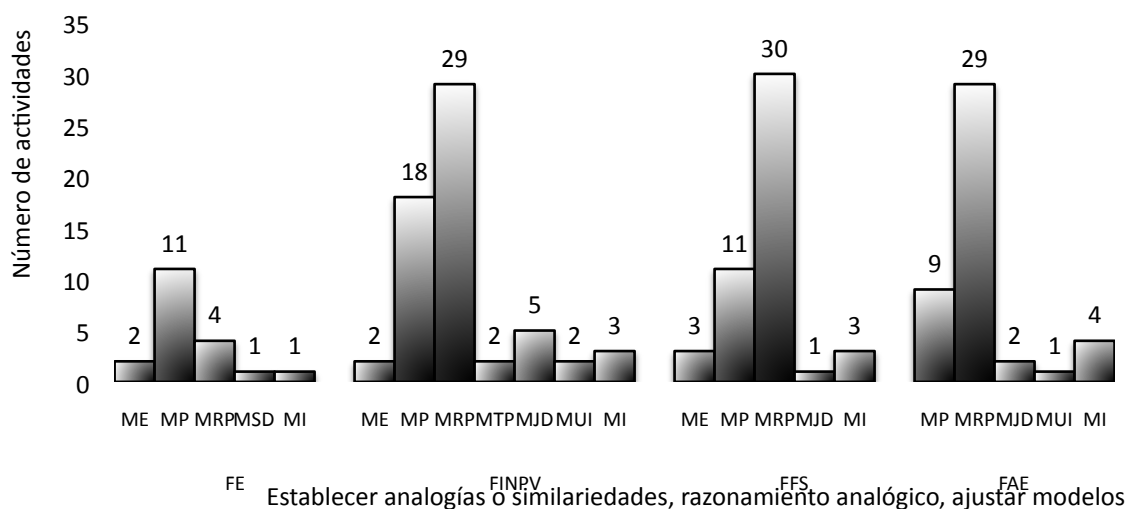


Figura 106. Número de actividades para la competencia cognitiva “Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos” desglosado por las fases del ciclo de aprendizaje.

Ajustar características para reconocer similitudes, implica según estos resultados, cualquier momento del aprendizaje. Sin embargo desarrollar esta habilidad se realiza

principalmente para evolucionar nuevas ideas, para formalizar nuevos modelos y para aplicar o evaluar estas nuevas ideas.

Todo ello cristaliza con el empleo de diferentes estrategias metodológicas, en particular con preguntas y con problemas. En ambos casos se plantean interrogantes para realizar la analogía. Obtenerlo supone llegar a una solución. Así los métodos que se han empleado al inicio son las preguntas (FE), para plantear interrogantes y para iniciar la planificación sobre el establecimiento de las analogías. El ciclo de aprendizaje continúa con el método de resolución de problemas, ya que el razonamiento analógico exige una situación que precisa ser resuelto. Esto supone buscar la mejor analogía y desarrollarla. Por ello el alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto este método con el que se realiza la introducción de ideas, la formalización con analogías, y la aplicación o evolución de los nuevos conocimientos.

Para aprender hay delimitar o ajustar el significado de nuevos conceptos. Para ello debemos adaptarnos cognitivamente a un nuevo modelo desde otro previo ya conocido e interiorizado.

Es importante para aprender, ya se realiza con preguntas y problemas, y además en menor medida con el método expositivo, imágenes con la interpretación de imágenes, y con la utilización de información de fuentes bibliográficas. Además se ha propuesto el empleo de salidas (buscar analogías en el medio), trabajos prácticos (realizar vivencias para establecer similitudes) y juegos didácticos (representan o simulan un modelo de forma esquemática).

IV.4.5. Desarrollo de estrategias cognitivas a través de los métodos de enseñanza y aprendizaje

En este apartado se va a tratar de analizar las estrategias metodológicas que utiliza el alumnado de grado para desarrollar las estrategias cognitivas.

IV.4.5.A. Estrategias de categorización

Las estrategias de categorización son formas de mirar, observaciones de diferentes aspectos del medio físico y natural. Se ubican objetos, experiencias y

palabras, y se identifican variables. Por ello se prevé emplear trabajos prácticos, salidas didácticas y todas las demás estrategias que poseen relación con la investigación del medio.

Esta previsión está de acuerdo con los resultados obtenidos en la Figura 107. El alumnado del grado de Educación Primaria, para desarrollar esta estrategia de categorización emplea contacto directo con el medio. Ello se realiza mediante:

- Preguntas sobre las características y elementos del medio (32, 72, 45 y 77 actividades respectivamente en las cuatro fases).
- Resolución de problemas (171, 155, 75 y 71 actividades).
- Juegos didácticos (7, 13, 7 y 5 actividades).
- Utilización de información (4, 41, 23 y 10 actividades).
- En particular a través de salidas al medio (6, 11, 6 y 5 actividades).
- Trabajos prácticos (23, 84, 23 y 65 actividades).
- Además de igual modo se emplean dibujos, lo que implica que el método de interpretación sea uno de los métodos utilizados en un número significativo de actividades (29, 35, 25 y 30 actividades).

Se constata que la mayor parte de las actividades corresponde, al principio y al final del ciclo de aprendizaje:

- La exploración tiene lugar a través del método de preguntas y trabajos prácticos. Posee carácter dinámico y se produce en las cuatro fases del ciclo de aprendizaje.
- Para provocar la evolución de conceptos se emplean problemas.
- Se utiliza información, para introducir ideas y formalizarlas.
- Se emplea el método de interpretación de imágenes a lo largo de las cuatro fases del ciclo de aprendizaje.

Respecto a datos cuantitativos, el mayor número de actividades se produce prácticamente en todos los métodos, con 417 actividades en la FINPV, la exploración con 278 actividades, la formalización con 205 actividades y la aplicación y/o evaluación con 268 actividades. Se observa la progresión de las actividades desde las

que poseen menor abstracción hasta las actividades con mayor abstracción, con mayor número de trabajos prácticos, resolución de problemas e interpretación de dibujos e inferior número de preguntas a lo largo del ciclo de aprendizaje.

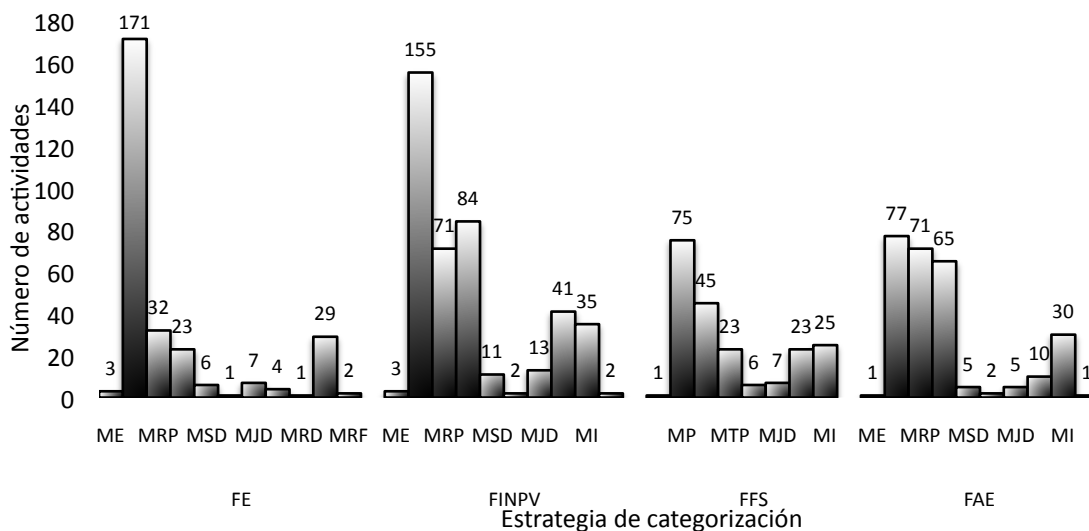


Figura 107. Número de actividades para la estrategia cognitiva “Categorización” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

La observación de las interacciones entre los elementos de un sistema, y las relaciones entre las variables, su conservación, características, identificación, y la asignación de nombres tienen lugar a través de los métodos señalados con anterioridad en la figura 107.

Los datos obtenidos están de acuerdo con la complejidad y abstracción de esta estrategia a lo largo del ciclo de aprendizaje.

IV.4.5.B. Estrategias de formalización

Esta estrategia realiza operaciones cognitivas a través del lenguaje, con sus reglas (gramática, sintaxis, semántica), conceptos, geometrías, representación simbólica etc. Se proponen textos o expresiones verbales, como es el caso del método expositivo, y también con la resolución de problemas, trabajos prácticos o interpretación de imágenes.

La figura 108, muestra las estrategias metodológicas que ha empleado el alumnado del grado en Educación Primaria para desarrollar esta estrategia cognitiva

de formalización. Se constata que en la fase de exploración se propone menor número de actividades (89 actividades, frente a 172 actividades en la segunda fase, 363 en la fase de formalización y 170 en la fase de aplicación y/o evaluación). De este modo, esta estrategia se desarrolla con mayor número de actividades en la segunda, tercera y cuarta fase. Se emplea el método de resolución de problemas (39 y 66 actividades), preguntas (17) y el método expositivo (20).

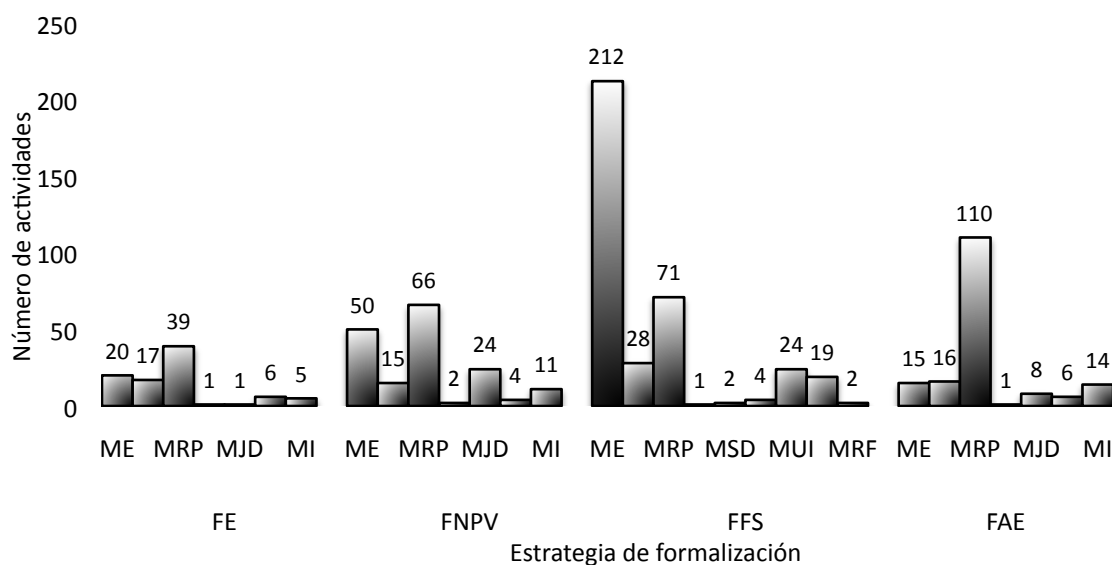


Figura 108. Número de actividades para la estrategia cognitiva “Formalización” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

Para provocar la evolución de conceptos, en esta segunda fase, se emplean proporcionalmente menos preguntas (15 actividades) y más problemas (con 66 actividades), más textos (50 actividades), y más juegos (24 frente a 1 en la primera fase). De igual modo se emplean 11 imágenes (frente a 5 de la primera fase) para fomentar la abstracción. Se logra con la introducción de nuevas ideas.

La fase de formalización o síntesis es la que se emplea en mayor número de actividades, con textos (212 actividades para el método expositivo), y en menor medida problemas (71 actividades), preguntas (28 actividades), utilización de información contenida en documentación (24 actividades), y a través de la interpretación de las imágenes (19 actividades). Así mediante la abstracción y la complejidad se formalizan conceptos que forman parte de las teorías.

Al final del ciclo de aprendizaje se propone la resolución de problemas (110 actividades), y 8 juegos didácticos para aplicar los conocimientos formalizados para el desarrollo de esta estrategia cognitiva. Además es reseñable el empleo de 110, 16, 15, 14 y 8 actividades para los métodos de resolución de problemas, preguntas, método expositivo, interpretación de imágenes y utilización de la información.

Se constata que los resultados obtenidos están ligados a las reglas gramaticales, sintaxis y semántica, mediante significados, con imágenes y con la representación simbólica. Se refleja en textos o expresiones verbales, como es el caso del método expositivo, o bien a través de la resolución problemas, interpretación de imágenes y el resto de los métodos señalados con anterioridad.

IV.4.5.C. Estrategia de elaboración

Estructurar la elaboración de teorías consiste en utilizar entidades discretas y/o continuas. Cognitivamente se integran de formas, y se utilizan reglas como la descomposición, superposición, complementariedad, jerarquización, incompatibilidad, proyección entre otros.

El alumnado de grado ha propuesto imágenes (7, 5, 10 y 17 actividades respectivamente para las fases FE, FINPV, FFS y FAE). Igualmente se emplean textos con el método expositivo (2, 9, 7 y 2 respectivamente), preguntas (3, 7, 8 y 4) y problemas (21, 64, 61 y 106). Estos resultados se representan en la figura 109. Del mismo modo se plantean 8 actividades en la segunda fase y 10 en la cuarta fase para el método de utilización de la información.

Al ser una estrategia ligada con la elaboración del conocimiento teórico, se emplea en pocas actividades mediante el método de trabajos prácticos (5 en la FINPV y 7 en la FAE). Se utilizan los debates (1, 2, 2, 0 actividades) y, en menor medida, relatos de ficción (1, 2, 2 en las tres primeras fases) y proyectos para aplicar los contenidos formalizados (2 actividades al final del ciclo de aprendizaje). También se plantean 2 juegos en la fase de introducción de nuevos puntos de vista para iniciar la modelización (Santini, 2007), y 1 salida al medio y 1 visita a los museos para aplicar los contenidos formalizados.

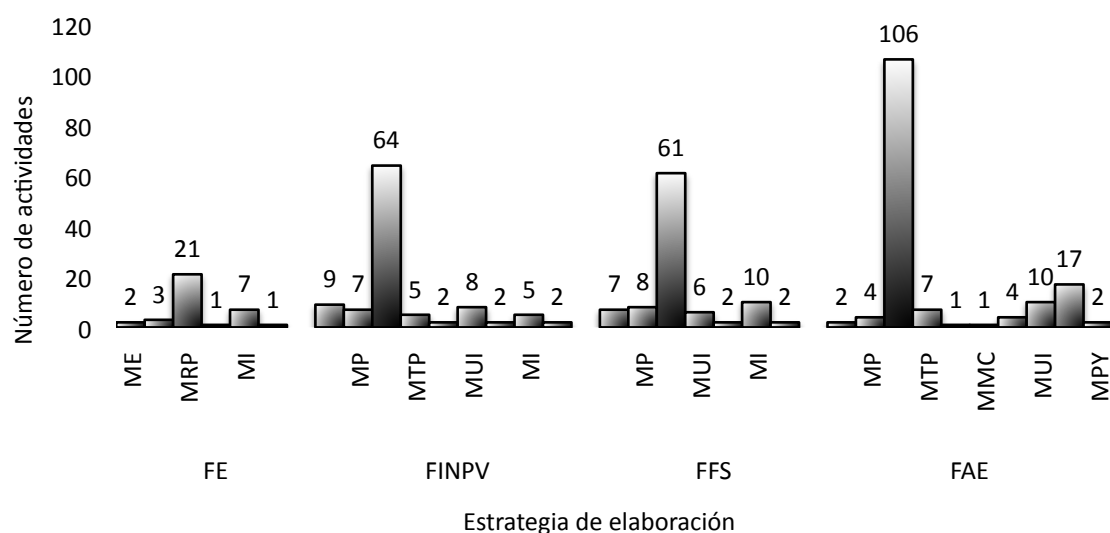


Figura 109. Número de actividades para la estrategia cognitiva “Elaboración” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

El alumnado del grado en Educación Primaria (figura 109) al inicio, propone básicamente problemas, y otros métodos como la interpretación de imágenes. La introducción de nuevos puntos de vista tiene lugar proporcionalmente con mayor número de problemas, así como el empleo de la utilización de la información. La formalización se realiza empleando situaciones problemáticas, y mayor número de imágenes para establecer la elaboración de las teorías. Las actividades de aplicación y/o evaluación emplean problemas, imágenes y del mismo modo la utilización de información de fuentes documentales.

Resolver los problemas y utilizar en menor medida otros métodos, desarrolla esta estrategia cognitiva, de modo creciente, a lo largo del ciclo del aprendizaje (35 en la FE, 104 en la FINPV, 96 en la FFS, 154 actividades en la FAE).

Las estrategias de elaboración, a través de dichos métodos ayudan a imaginar a comunicar, a hacer, a definir, para responder o resolver situaciones que ocurren en el medio. Para ello se emplean principalmente problemas e interpretación de imágenes.

IV.4.5.D. Estrategias de interpretación

Estas estrategias están ligadas al establecimiento de relaciones de causalidad, vínculo, contigüidad espacial y temporal, relaciones de finalidad, concomitancia, etc.,

entre situaciones reales o imaginadas, y a lo largo de una escala temporal. Se establecen relaciones causa-efecto, cercanía, o finalidad.

Puesto que las causas se establecen con preguntas, y que la interpretación de imágenes ayuda a establecer relaciones, son dos métodos adecuados para desarrollar esta estrategia.

La figura 110, muestra que el alumnado del grado en Educación Primaria utiliza para iniciar las secuencias didácticas preguntas (53, 100, 49 y 108 actividades en las cuatro fases), problemas (13, 32, 29 y 65 actividades respectivamente), debates (11, 7, 6 y 4) e imágenes (19, 35, 87 y 35).

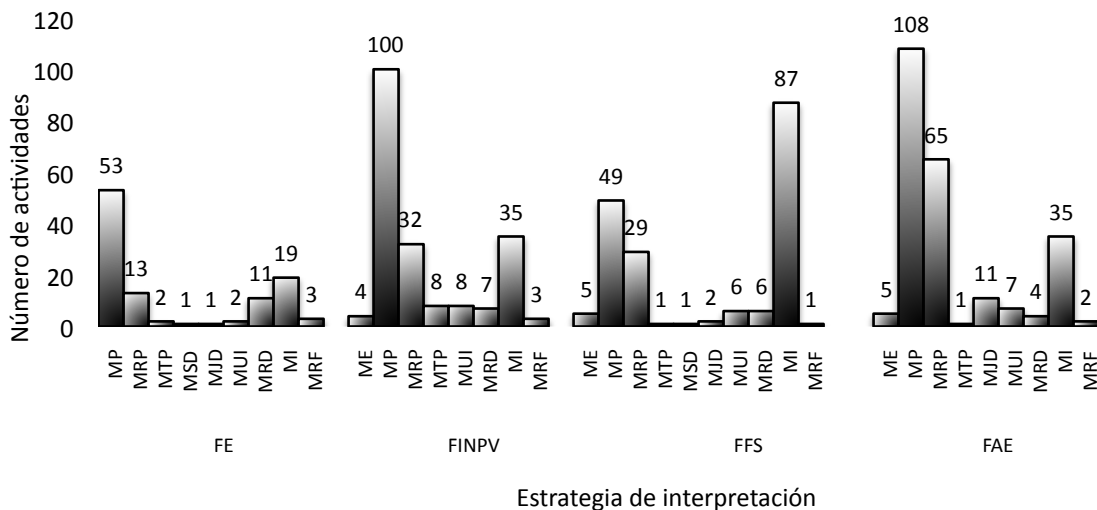


Figura 110. Número de actividades para la estrategia cognitiva “Interpretación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

La exploración tiene lugar con preguntas, y con menor frecuencia absoluta problemas, imágenes y debates. La introducción de nuevos puntos de vista ocurre con las mismas estrategias, si bien se proponen menos debates, y más problemas, trabajos prácticos y utilización de imágenes. Proporcionalmente la formalización se realiza empleando problemas, mayor número de imágenes y preguntas, para así establecer la elaboración de teorías. Las actividades de aplicación y/o evaluación tienen lugar con mayor número de problemas y preguntas. Responder a las preguntas y resolver los problemas es la metodología empleada para realizar la aplicación y/o la evaluación.

Establecer relaciones causales se emplea con preguntas, en actividades más concretas y con diferente grado de abstracción. También los problemas, imágenes para formalizar y debates se utilizan para introducir nuevas ideas.

IV.4.5.E. Estrategias de ajuste-adaptación

Mediante diferencias, con la elaboración de hipótesis, verificaciones, a través de la falsedad de enunciados, con analogías o elaboración de jerarquías, se ajustan ideas y modelos. Se establecen comparaciones y analogías.

Es coherente con plantear interrogantes, o sino situaciones problemáticas.

La figura 111 muestra los métodos que propone el alumnado de grado para desarrollar esta estrategia. Se emplean principalmente preguntas (230, 120, 50 y 28 actividades respectivamente en las cuatro fases) y problemas (36, 59, 12 y 47 actividades respectivamente en las cuatro fases). Se produce sobre todo al inicio del ciclo de aprendizaje, ya que está ligado al ajuste o adecuación de modelos, y a su elaboración.

A lo largo del ciclo de aprendizaje se emplean las preguntas en menor número de actividades.

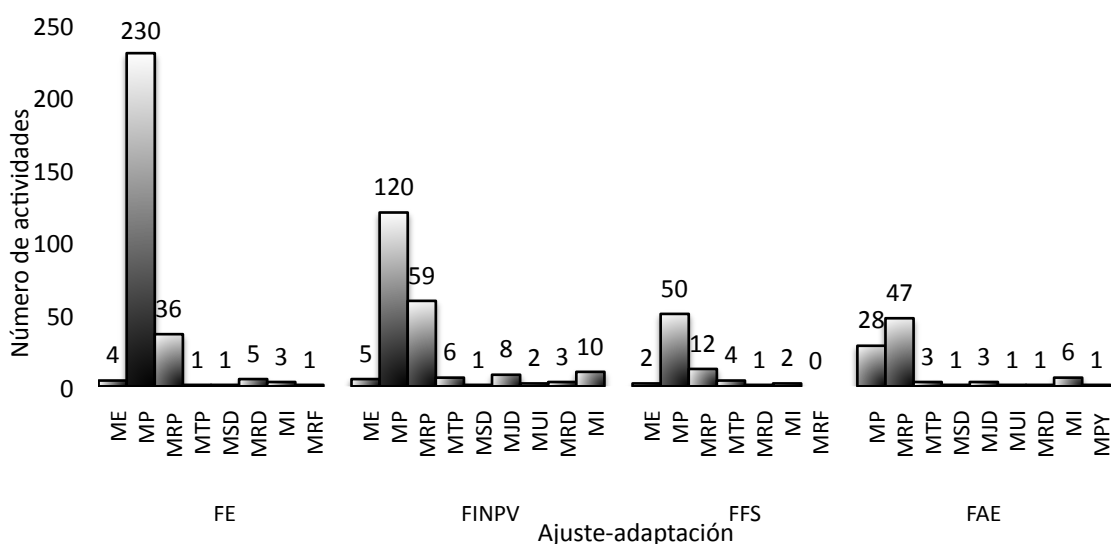


Figura 111. Número de actividades para la estrategia cognitiva "Ajuste-adaptación" por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

Sin embargo, los problemas implican mayor complejidad y se emplean proporcionalmente en superior número de actividades. Así se provoca la evolución de los conceptos (segunda fase), o se realiza la aplicación o evaluación de los aprendizajes (cuarta fase). A través de las preguntas se proponen hipótesis, y mediante problemas se verifica, se comprueba su falsedad y se elaboran jerarquías o analogías. Se ajustan las ideas para elaborar modelos.

Además se emplea el método de interpretación (3, 10, 2 y 6 actividades respectivamente en las cuatro fases), que muestra un dinamismo cognitivo similar a la resolución de problemas. Implica cierta abstracción y cierto dinamismo. Igualmente se utilizan juegos didácticos (8 y 3 en la segunda y cuarta fase), ligados a la modelización de situaciones reales. Simulan la realidad. Además se proponen debates (5, 3, 1 y 1 en las cuatro fases), ligados en mayor medida con la planificación o emisión de hipótesis en actividades más concretas. Los trabajos prácticos (1, 6, 4 y 3 actividades respectivamente) muestran un carácter experimental para crear analogías y proporcionar cierto dinamismo que ayude a la abstracción de ideas.

IV.4.5.F. Estrategias de organización del ajuste y creatividad

Evaluar es una actividad cognitiva de ajuste, para autorregular o convertir exigencias mentales de coherencia, intracontextual e intercontextual. Está ligado a un pensamiento de mayor abstracción, con creatividad y con dinámicas cognitivas que evolucionan gradualmente. Las actividades conllevan generar procesos mentales, razonamientos, que se desarrollan en el aula mediante preguntas, problemas y debates.

Los resultados de la figura 112 muestran que en las 35, 58, 36, y 73 actividades totales, se plantean preguntas (13, 13, 19 y 23 actividades respectivamente en las fases del ciclo de aprendizaje), problemas (4, 17, 7 y 26 respectivamente) y debates (17, 18, 6 y 9 respectivamente).

Se constata que, conforme avanzamos a lo largo del ciclo de aprendizaje, la proporción sobre el total es inferior en las preguntas, las actividades con problemas se incrementan en la FINPV y en la FAE, y los debates se plantean proporcionalmente

en mayor medida en la FE. Implica que la evaluación (entendida a lo largo de todo el proceso de aprendizaje) comienza desde la primera fase, es decir que la fase de exploración implica evaluar los conocimientos previos (Sanmartí, 2002). Este proceso de evaluación, de igual modo se realiza en el resto de las fases.

La complejidad se constata con el mayor número de problemas (el debate posee mayor carácter creativo o de planificación), y estos métodos, suponen un pensamiento con una mayor abstracción (mayor número de actividades en la fase de aplicación y/o evaluación). Probablemente son actividades más dinámicas ya que el método expositivo se emplea en un menor número de actividades. Además hay trabajos prácticos (FINPV, FFS y FAE), salidas, utilización de información y proyectos (FINPV y FAE), y juegos y relatos de ficción (FAE). Son actividades ligadas al contexto, y que permiten autorregular los aprendizajes.

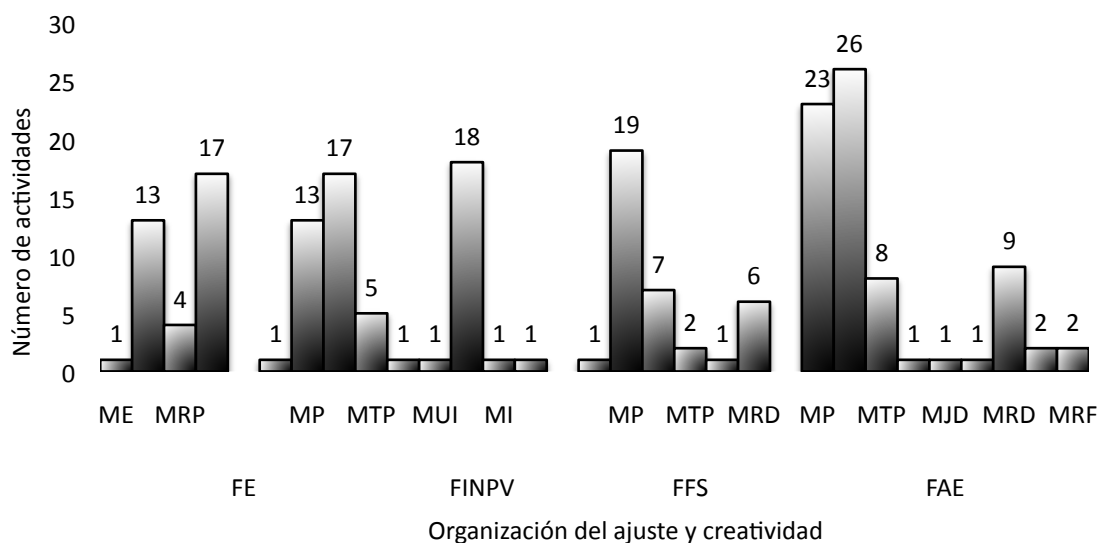


Figura 112. Número de actividades para la estrategia cognitiva "Organización del ajuste y creatividad" por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

IV.4.6. Competencias cognitivo-lingüísticas y métodos de enseñanza y aprendizaje

En este apartado se analiza la relación entre los métodos de enseñanza y aprendizaje, y las competencias cognitivo-lingüísticas que desarrollan las actividades diseñadas por el alumnado del grado en Educación Primaria.

IV.4.6.A. Descripciones

La figura 113 muestra el número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Descripción” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 313 actividades en la fase de exploración, 386 actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 134 actividades en la fase de formalización o síntesis y 246 actividades en la fase de aplicación y/o evaluación. En esta figura se constata que se realiza a través del:

- Método de preguntas (202 en la FE, 153 en FINPV, 49 en FFS y 85 en la FAE),
- Resolución de problemas (52 en la FE, 77 en la FINPV, 31 en la FFS y 63 en la FAE)
- Trabajos prácticos (25 en la FE, 99 en la FINPV, 24 en la FFS y 68 en la FAE).

Todo ello se traduce en que las descripciones necesitan métodos que impliquen plantear cuestiones sobre elementos del medio físico y natural. También plantear preguntas y problemas sobre elementos que percibimos, y a través de ellas solicitar sus características. Las actividades con descripciones producen enunciados que enumeran cualidades, datos objetivos, propiedades o características de los objetos que percibimos, a lo largo del espacio y del tiempo a través de los órganos sensoriales. Es coherente con los resultados obtenidos, con los trabajos prácticos, con las preguntas y con los problemas.

Igualmente se emplean salidas al medio. En la fase de exploración se diseñan actividades con 8 salidas al medio, 12 en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 7 en la fase de formalización o síntesis y 6 en la fase de aplicación y/o evaluación. Favorecen la elaboración de textos descriptivos que especifican la naturaleza de los sistemas naturales y artificiales, los cambios que ocurren y lo que pensamos sobre ellos, y los procesos que ocurren. Se constatan las similitudes que se producen entre estos elementos.

Igualmente se emplea este tipo de textos en juegos didácticos, que representan los elementos e interacciones que ocurren en el medio natural o artificial (5 para la

FE, 7 para la FINPV, 3 para FFS y 8 para la FAE), en actividades para evaluar informaciones que están en estos textos (3 para la FE, 7 para la FINPV, 3 para FFS y 3 para la FAE), y en debates que se producen en el aula (2 para la FE, 2 para la FINPV y 1 para FAE), 2 proyectos en la FAE y relatos de ficción (1 para la FE, 3 para la FINPV y 1 para la FAE).

En menor medida, se emplea la interpretación de dibujos (9 en la FE, 17 en la FINPV, 11 para la FFS, 7 para la FAE). Estos dibujos afirman las observaciones que se realizan en las descripciones, sin ambigüedades. La realización o la interpretación de dibujos es importante para desarrollar actividades cognitivas.

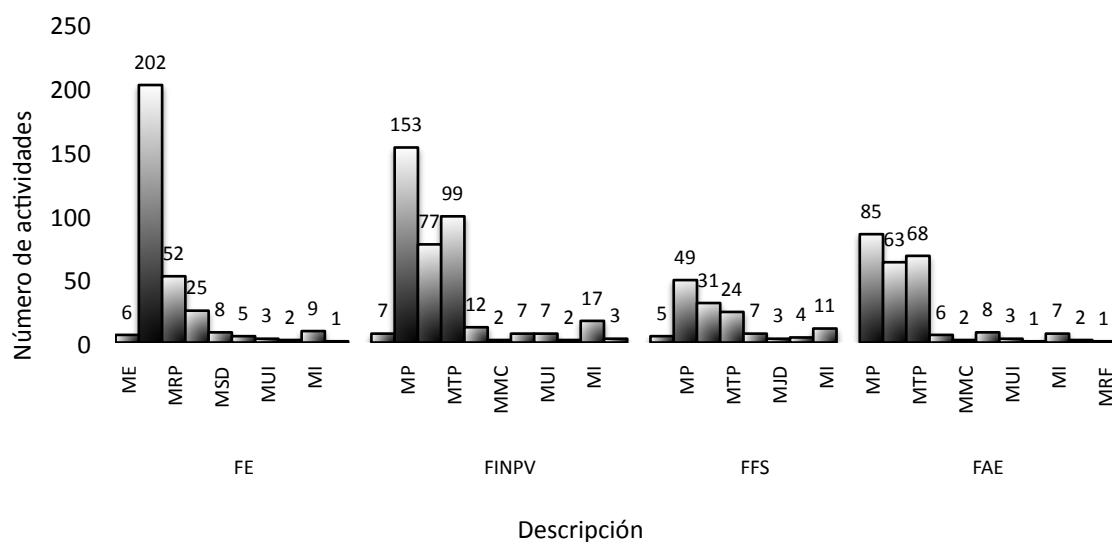


Figura 113. Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Descripción” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

Todos estos resultados implican que el alumnado, proponga diferentes métodos para elaborar y trabajar en el aula con textos descriptivos. Además es importante emplear palabras adecuadas para elaborar la descripción, que presenten la realidad para visualizar regularidades y desarrollar con estos métodos.

Finalmente subrayar que las descripciones se emplean de forma diferenciada en las fases del ciclo de aprendizaje, en mayor medida al inicio del ciclo de aprendizaje ya que son actividades más sencillas y más concretas (313 actividades en la FE y 386 en la FINPV). En menor medida se emplean en la fase de formalización (134 actividades) ya que exige una mayor abstracción, y el número de actividades crece en

número en la última fase del ciclo de aprendizaje (246 actividades). De hecho sumando las actividades correspondientes al método de trabajos prácticos y a las salidas didácticas, se constata que el mayor número corresponde a la segunda fase (FINPV) y a la cuarta fase (FAE). Las actividades que suponen elaboración de textos (preguntas, problemas u otros métodos) suponen mayores frecuencias absolutas en la primera fase, segunda y cuarta. Estos datos significan que explorar se realiza con textos descriptivos, mientras que las actividades con contacto directo con el medio se emplean en mayor número para introducir conceptos y para aplicar y/o evaluar.

IV.4.6.B. Explicaciones

Las actividades producen enunciados que el alumnado elabora o se les proponen formados por conceptos a través de los cuales relacionan entre sí los hechos y los interpretamos a la luz de un marco teórico de forma ordenada.

La figura 114 muestra el número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Explicación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 197 actividades en la FE, 304 actividades en la FINPV, 416 actividades en la FFS y 262 actividades en la FAE. En esta figura se constata que se realiza a través del:

- Método expositivo (22 en la FE, 53 en la FINPV, 201 en la FFS y 13 en la FAE).
- Método de preguntas (124 en la FE, 94 en la FINPV, 78 en la FFS y 74 en la FAE).
- Resolución de problemas (29 en la FE, 73 en la FINPV, 67 en la FFS y 122 en la FAE).
- Método de utilización de la información (8 en la FE, 66 en la FINPV, 46 en la FFS y 22 en la FAE).

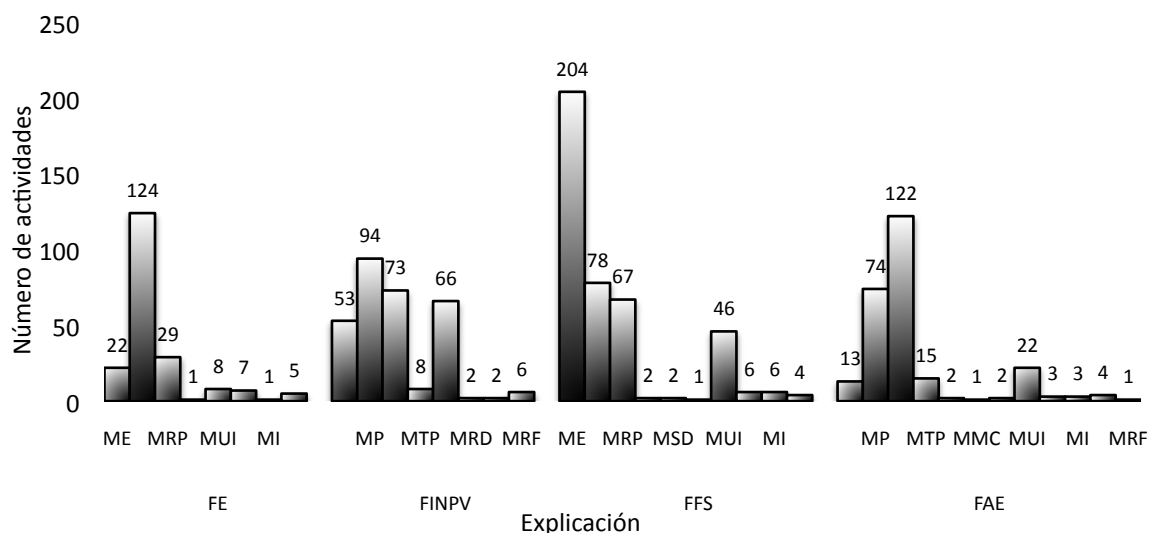


Figura 114. Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Explicación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

Todo ello se traduce en que las explicaciones necesitan métodos que impliquen partir del conocimiento científico, realizar la transposición didáctica, y a continuación elaborar y transmitir conocimiento didáctico de forma significativa. Se obtienen textos en los que el conocimiento trata sobre las cualidades, propiedades, fenómenos o características de los sistemas materiales. Se obtienen textos en los que el conocimiento trata sobre sistemas materiales, vivos y entidades inertes, a través de la utilización de términos adecuados.

Se relacionan las ideas previas del alumnado sobre hechos y acontecimientos con el conocimiento científico y forman parte de modelos que permiten comprender y explicar la realidad.

Estas ideas son coherentes con la utilización de métodos como el método expositivo, método de utilización de la información, métodos que impliquen la elaboración de textos como preguntas o la resolución de problemas.

Decrece el número de preguntas desde la fase de exploración hasta la fase de aplicación y/o evaluación. Se plantea mayor número de problemas en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación y/o evaluación. El alumnado de grado propone el método de utilización de la información sobre todo desde la segunda fase del ciclo de aprendizaje.

De modo análogo, otros métodos que se emplean son el método de trabajos prácticos, método de realización de debates y método de relatos de ficción. Es importante constatar que los trabajos prácticos van unidos muchas veces a los textos explicativos (1 actividad en la FE, 8 actividades en la FINPV, 2 en la FFS y 15 en la FAE). Se plantean estos textos para la evolución de las nuevas ideas y para la aplicación.

Los debates implican elaborar explicaciones para defender una determinada postura. Se han propuesto 7 actividades en la FE, 2 en la FINPV, 6 en la FFS y 3 en la FAE.

Los relatos de ficción se emplean en actividades en las que también se desarrollan textos, que proponen el desarrollo de ideas en el marco de una historia con unos determinados protagonistas. Se han propuesto 5 actividades en la FE, 6 en la FINPV, 4 en la FFS y 1 en la FAE.

Todos estos resultados señalan que el alumnado propone actividades con textos explicativos y utilización de diferentes métodos:

- Los métodos ligados a la detección de conocimientos previos se emplean en mayor medida en la fase de exploración. Se elaboran explicaciones a partir de preguntas.
- Otros métodos evolucionan de actividades menos complejas a actividades más complejas. Se trata del método de resolución de problemas o el método de utilización de información.
- La mayor parte de las actividades se proponen a partir del método expositivo. Se proponen en la fase de mayor abstracción en la fase de formalización o síntesis.
- Los debates y los relatos de ficción se proponen utilizar tanto para evolucionar las ideas menos complejas, como en la aplicación o evaluación de nuevas ideas de mayor complejidad.

- El método de trabajos prácticos y la realización de proyectos se propone en mayor medida en la fase de mayor complejidad (fase de aplicación y/o evaluación).
- Los proyectos suelen ser actividades complejas en el sentido de que se desarrollan actividades largas y complejas, que hay que resolver, y los trabajos práctico ligados a explicaciones poseen mayor complejidad que aquellas que están ligados a las descripciones (Morillas Loroño y Etxabe Urbietta, 2020).

Todo esto implica que el alumnado, proponga diferentes métodos, para elaborar y trabajar en el aula con textos explicativos.

IV.4.6.C. Definiciones

La figura 115 muestra el número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Definición” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 77 actividades en la FE, 96 en la FINPV, 128 FFS y 156 en la FAE.

En esta figura se constata que se realiza a través del:

- Método expositivo (1 actividad en la FE, 10 actividades en la FINPV, 18 actividades en la FFS y 8 actividades en FAE).
- Se propone mayor número de actividades empleando el método de preguntas (54 en la FE, 32 en la FINPV, 31 FFS y 30 en la FAE).
- Resolución de problemas (19 en la FE, 46 en la FINPV, 63 en la FFS y 106 actividades en la FAE).
- Método de utilización de la información (4 en la FINPV y 2 en la FFS).

Se traduce en que las definiciones necesitan métodos que impliquen partir del conocimiento científico, elaborar y sintetizar conocimiento de forma significativa, y señalar las ideas esenciales de los conceptos.

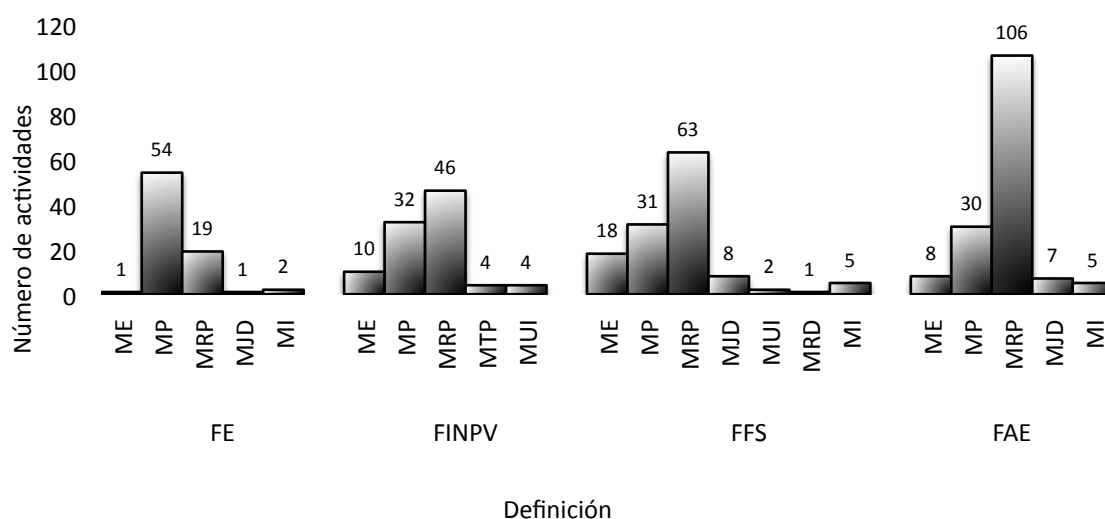


Figura 115. Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Definición” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

Se escriben de forma sintética las características y el significado, y se relacionan con otros definidos con anterioridad. Son jerárquicos, y su significado suele ser abstracto. Poseen cierto nivel de abstracción, ya que son textos breves y se expresan conocimientos principales sobre las cualidades, propiedades, fenómenos o características de un concepto.

Sobre el método de preguntas se constata que disminuye el número de actividades conforme avanza el ciclo de aprendizaje. Se trata de un método que supone escribir una respuesta breve que expresa las ideas esenciales.

Con el método de resolución de problemas se emplean textos de mayor complejidad. El alumnado de grado propone elaborar textos breves en mayor número conforme avanzamos a lo largo del ciclo de aprendizaje. Del mismo modo este incremento se entiende a partir del incremento de la abstracción, ya que aumenta el número de actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (FINPV) y en la fase de formalización o síntesis (FFS). Esta circunstancia igualmente ocurre con el método expositivo, que se propone emplear en mayor medida en la fase de formalización o síntesis. La mayor abstracción se relaciona con el método expositivo con estos textos.

Además otros métodos que se emplean, pero con menor número de actividades, son los 4 trabajos prácticos en la FINPV, 1, 8 y 7 para los juegos didácticos (FE, FFS y FAE). Se combinan las imágenes en 2, 5 y 5 actividades (FE, FFS y FAE respectivamente).

Las definiciones dentro de trabajos prácticos se plantean para evolucionar conocimientos, con una ligera abstracción y complejidad. Sin embargo se plantean los juegos didácticos o las imágenes en actividades de mayor complejidad en la parte final del ciclo de aprendizaje.

Así los resultados señalan que la definición es un texto afirmativo, explicativo y descriptivo breve (un párrafo), sintético, jerárquico, elaborado a partir de otros conceptos ya conocidos. Han propuesto con el método expositivo y el método de utilización de información. Se ha constatado que se emplean menos actividades en la fase de exploración (básicamente se plantean preguntas). Como respuesta a problemas o preguntas se elaboran textos sintéticos, afirmativos, armónicos y coherentes, con la finalidad de expresar tanto semejanzas como diferencias.

IV.4.6.D. Justificaciones

Justificar es producir razones, en base a su grado de corrección o adecuación, examinar su aceptabilidad y analizar diferentes puntos de vista sobre una situación o duda. Implica esfuerzo cognitivo, relacionar hechos y conocimiento científico y basarse en ello.

La figura 116 muestra el número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Justificación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 63 actividades en la FE, 79 actividades en la FINPV, 50 actividades en la FFS y 67 actividades en la FAE.

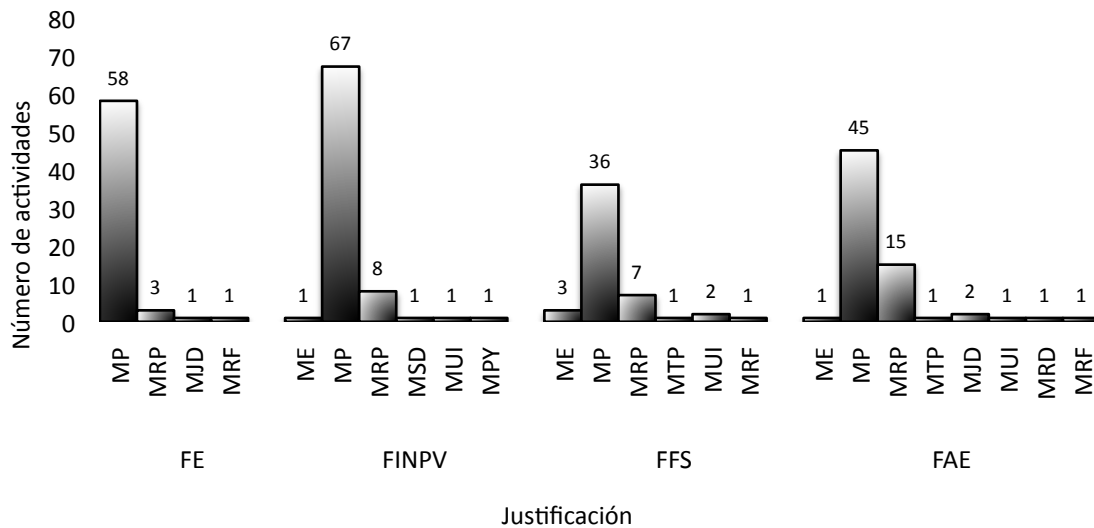


Figura 116. Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Justificación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

En esta figura 116 se constata que diseñan las actividades empleando justificaciones a través del:

- Método de preguntas (58 en la FE, 67 en la FINPV, 36 en la FFS y 45 en la FAE)
- El método de resolución de problemas (3 en la FE, 8 en la FINPV, 7 en la FFS y 15 en la FAE).

Todo ello se traduce en que las justificaciones necesitan métodos que generen reflexión sobre el conocimiento científico, preguntando y planteando problemas para la realización de aprendizajes.

Además, el alumnado de grado emplea justificaciones en actividades de tipo causal, como:

- Salidas al medio o trabajos prácticos. Se buscan causas ligadas a una evidencia sobre algún hecho que ocurre en el medio o en un experimento.
- Empleo de relatos de ficción. Se plantean las causas de algún conflicto entre los personajes de un relato de ficción.

- Realización de debates. Se analizan causas de algún punto de vista sobre el que se razona.
- Utilización de información (buscando las causas en un texto que se analiza),
- Método de proyectos. Se desarrolla un proyecto sobre las causas de algún fenómeno que ocurre en el medio.
- A través del método expositivo, mediante la elaboración de textos justificativos.
- Principalmente en las actividades que poseen un carácter muy causal como son los juegos didácticos. En los juegos se establecen relaciones causa-efecto.

Por tanto las actividades de tipo causal se emplean con multitud de métodos, la mayoría permiten algún tipo de causalidad entre las evidencias y el conocimiento teórico. Se debe a que la ciencia posee carácter causal y es una forma de razonar que emplea el alumnado para aprender.

Muchas actividades se plantean para proponer conocimientos previos, es decir hipótesis sobre el planteamiento de situaciones problemáticas. Del mismo modo para evolucionar sus ideas hacia el conocimiento científico (en la fase de introducción de nuevos puntos de vista –FINPV-). Igualmente se plantean justificaciones en la fase de formalización y en la fase de aplicación o evaluación, pero con frecuencias absolutas inferiores.

Las justificaciones no son absolutas e inmutables. Se modifican, al observar y al cuestionarse sus ideas, ya que el alumnado busca y analiza las causas, se fomenta el pensamiento creativo y divergente, y aprenden a través de la elaboración de nuevos modelos y teorías.

En síntesis los métodos de enseñanza deben exigir la realización de actividades cognitivas, y ello se realiza con preguntas y problemas principalmente, pero también con los otros métodos que se han empleado al diseñar actividades.

IV.4.6.E. Argumentaciones.

Los resultados de la figura 117 muestran el número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Argumentación”, por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

Sobre los métodos propuestos han señalado la realización de debates (26 en la FE, 25 en la FINPV, 7 en la FFS y 9 en la FAE), y en menor medida, el método de resolución de problemas (2 en la FE, 2 en la FINPV, 2 en la FFS y 1 en la FAE).

En relación a los ciclos de aprendizaje, el alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 28 actividades en FE, 27 en la FINPV, 10 en la FFS y 15 en la FAE.

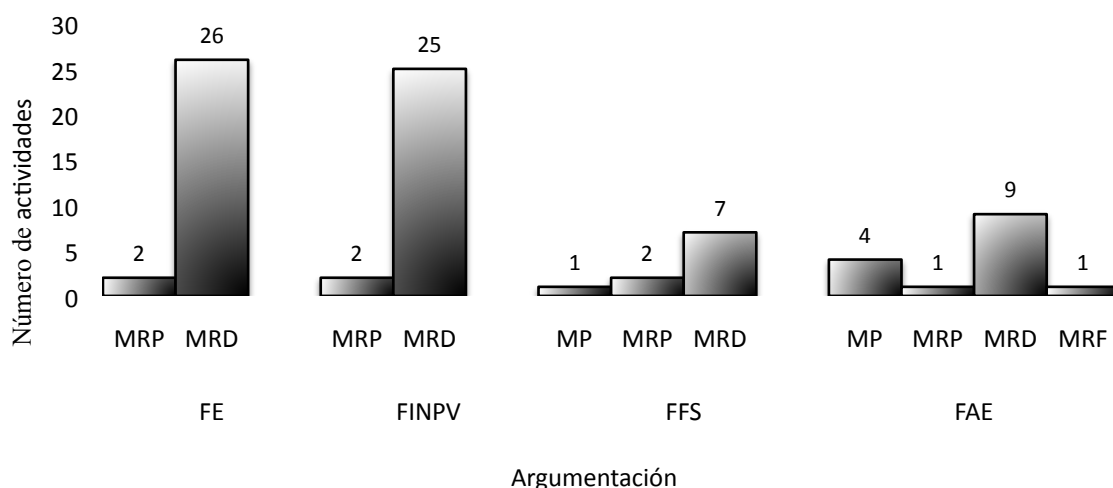


Figura 117. Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Argumentación” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

Al ser útil para justificar o para validar o refutar un punto de vista, el inicio no debe ser muy complejo. De lo contrario el alumnado puede presentar problemas para elaborar la argumentación. Se plantean al inicio del ciclo de aprendizaje. Suelen estar ligados a la emisión de hipótesis, y lo que se espera se confirma con los resultados. Utilizan la resolución de problemas y la realización de debates para convencer o persuadir, y elegir entre diferentes opiniones y explicaciones. Del mismo modo es posible emplear preguntas, pero los resultados señalan que el alumnado de

grado no propone su utilización para elaborar textos argumentativos en las actividades.

Los resultados muestran que no se emplea en demasiadas actividades, y la fase en la que menos se utiliza es en la fase de formalización. Se emplean al introducir conceptos, y al proponer puntos de vista iniciales. Éstos se cotejan en base a evidencias, y así se construyen los aprendizajes.

Al final de la secuencia didáctica se plantean preguntas y una actividad con el método de relato de ficción. Ayudan a analizar situaciones problemáticas para persuadir, y buscar las razones para que los protagonistas del relato analicen y se adhieran a una o varias propuestas.

IV.4.6.F. Interpretación de dibujos y fórmulas

La figura 118 muestra el número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Interpretación de imágenes y fórmulas”, por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

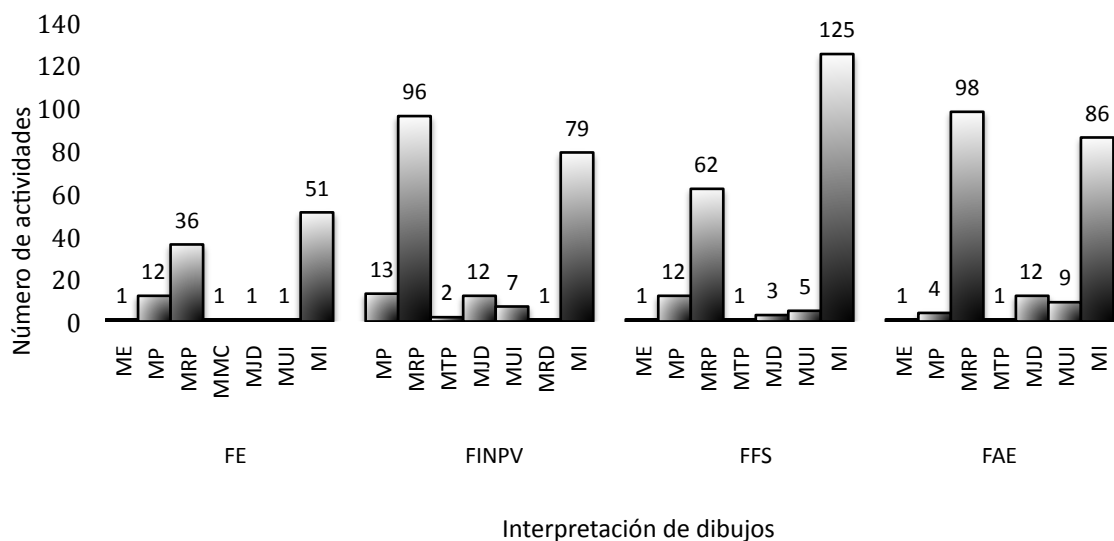


Figura 118. Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Interpretación de dibujos y fórmulas” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

El alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 103 actividades en la FE, 210 en la FINPV, 209 en la FFS y 211 en la FAE. Principalmente se emplea en los siguientes métodos:

- El método de interpretación de imágenes (51 en la FE, 79 en la FINPV, 125 en la FFS y 86 en la FAE).
- Además el alumnado del grado emplea el método de resolución de problemas (36 en la FE, en la FINPV, 62 en la FFS y 98 en la FAE).
- Juegos didácticos (1 en la FE, 12 en la FINPV, 3 en la FFS y 12 en la FAE).
- Utilización de la información de fuentes bibliográficas o de información (1 en la FE, 7 en la FINPV, 5 en la FFS y 9 en la FAE).

Todo ello supone realizar un análisis de los dibujos, posibles respuestas, discutir y reflexionar y analizar la información contenida. La imagen o la información pueden poseer mayor o menor abstracción, y se puede plantear en cualquier fase en función de su objetivo.

Los métodos de interpretación de imágenes, problemas y preguntas se pueden emplear para la detección de conocimientos previos o para la planificación de las actividades.

En la fase de exploración se plantea un mayor número de imágenes que problemas. Se proponen en mayor medida para:

- Favorecer la evolución de las ideas.
- Para realizar la abstracción de ideas.

Por el contrario, en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (FINPV) y en la fase de aplicación (FAE), se plantea un mayor número de problemas que imágenes. Además se emplean juegos didácticos o utilización de la información para analizar la evolución de nuevas ideas y para aplicar y/o evaluar.

En la fase de formalización se logra mayor abstracción mediante representaciones esquemáticas en forma de dibujos. También se emplean problemas.

No se emplean excesivas preguntas. Se plantean al inicio del ciclo de aprendizaje.

Se emplean otros métodos pero en muy pocas actividades.

IV.4.6.G. Otros (datos, hechos...)

A veces se plantean actividades en las que las actividades lingüísticas y cognitivas son muy reducidas. Se solicitan datos, hechos concisos y precisos.

La figura 119 muestra el número de actividades para los “hechos y datos y otros” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje. El alumnado del grado en Educación Primaria ha propuesto 42 actividades en la fase de exploración, 61 actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, 46 actividades en la fase de formalización o síntesis y 36 actividades en la fase de aplicación y/o evaluación.

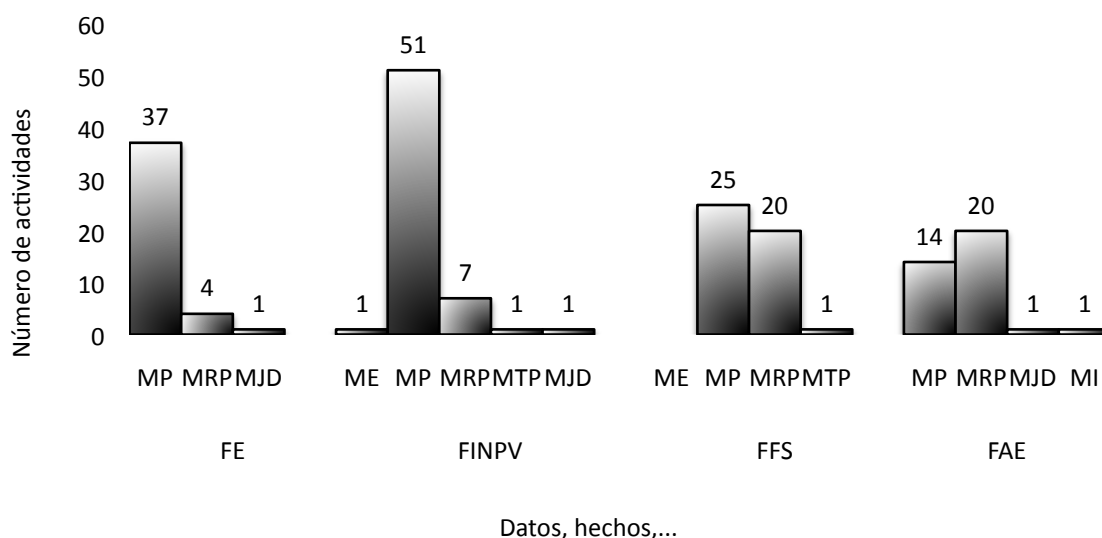


Figura 119. Número de actividades para la competencia cognitivo-lingüística “Otros: Datos, hechos, ...” por métodos y por las fases del ciclo de aprendizaje.

Principalmente se emplea el método de preguntas (37 en la FE, 51 en la FINPV, 25 en la FFS y 14 en la FAE). Además el alumnado del grado emplea el método de resolución de problemas (4 en la FE, 7 en la FINPV, 20 en la FFS y 20 en la FAE), así como otros métodos que se plantean en menor medida.

Estos resultados señalan que estos conocimientos puntuales, y en forma de hechos y datos, se realiza a través de respuestas a preguntas o a la solución de problemas.

Se plantean actividades para proponer respuestas cortas y breves (datos y hechos), en los que apenas se discuten o se reflexiona. A veces, los datos y los hechos vienen de la parte de juegos didácticos (1 en la FE, 1 en la FINPV y 1 para la FAE), de trabajos prácticos (1 para la FINPV y 1 para la FFS) o de imágenes (1 para la FAE).

No poseen excesiva abstracción, y el alumnado del Grado los plantea principalmente en las dos primeras fases (FE y FINPV). Se plantean preguntas, cognitivamente simples, mientras que al final del ciclo de aprendizaje se plantean en problemas que poseen mayor problematicidad.

La solicitud de los datos y de los hechos se plantea en situaciones con diferentes contextos. Son informaciones o datos puntuales en un espacio y en un tiempo. En ocasiones poseen relación con conceptos o teorías, y están ligados con análisis o valoraciones de fenómenos. A veces dan sentido a actividades científicas.

IV.4.7. Métodos de enseñanza y tipos de ciencia

Se han analizado los métodos de enseñanza y aprendizaje utilizados en las secuencias didácticas elaboradas por el alumnado de grado desde la perspectiva del tipo de ciencia que se ha utilizado.

Los resultados de la variable ciclo no se especifican ya que apenas influyen en los resultados obtenidos. La evolución del número de actividades (frecuencias absolutas) presenta la misma tendencia en todos los métodos:

- El método expositivo (2 actividades en una ciencia hipotética e inductiva y 93, 105 y 148 actividades del primer al tercer ciclo) y el método de utilización de la información (entre 1 y 4 actividades inductivas e hipotéticas y, ciclo a ciclo 36, 64 y 76 actividades) presenta actividades deductivas, con una tendencia creciente del primer al tercer ciclo.
- Las preguntas se plantean sobre todo en una ciencia hipotética (188, 235 y 269 actividades). La frecuencia absoluta es menor en las deductivas (114, 142 y 191) y en las inductivas (114, 67 y 65). Los resultados presentan la misma tendencia en los tres ciclos.
- La resolución de problemas (174, 226 y 320 del primer al tercer ciclo) se plantea en las actividades deductivas. Decrecen las hipotéticas (92, 87 y 77) y las inductivas (70, 60 y 25). La única diferencia está en la disminución en el tercer ciclo de las inductivas y el aumento de las deductivas para dicho ciclo. Las tendencias son similares.
- Las salidas (13, 10, 5) y (59, 54, 60) los trabajos prácticos se plantean principalmente en una ciencia inductiva (13, 10, 5). Disminuyen del primer al tercer ciclo en las salidas y son similares en los trabajos prácticos. Apenas se plantean actividades hipotéticas (4, 7, 7 en trabajos prácticos y 0 en las salidas) y las deductivas son 32, 13, 14 para los trabajos prácticos y 4, 3, 3 para las salidas didácticas.
- Los museos de ciencias y los proyectos presentan muy pocas actividades. Se plantean a través de una ciencia deductiva. No se plantean actividades hipotéticas, 2 inductivas y 5 deductivas para el método de museos de ciencias (2 inductivas y 1 deductiva en el primer ciclo, y dos deductivas en los otros dos ciclos), y, 3 inductiva y 4 deductivas, para el método de proyectos (1 inductiva en el primer ciclo, y en el tercer ciclo 2 inductivas y 4 deductivas).
- Los juegos didácticos se plantean en una ciencia deductiva (24, 18 y 9, para el primer, segundo y tercer ciclo) Disminuyen del primer al tercer ciclo. En

los otros dos casos son similares (4, 4, 4 hipotéticas y 8, 4, 4 inductivas, para los tres ciclos).

- Los relatos de ficción se plantean en los dos primeros ciclos y en una ciencia deductiva (7, 13, 0 para los tres ciclos). Las actividades hipotéticas son 0, 0, 2 actividades, y las inductivas 3, 0, 0 actividades del primer al tercer ciclo.
- Los debates no presentan excesivas diferencias entre los tres ciclos. Se plantean sobre todo en una ciencia hipotética (22, 21 y 13) y deductiva (9, 9, y 12). Las inductivas son 5, 1, 1 actividades del primer al tercer ciclo.
- El método de interpretación presenta la misma tendencia en los tres ciclos. Las actividades inductivas (58, 39 y 14) e hipotéticas (18, 6, 6) presentan una tendencia decreciente, y las deductivas del primer al tercer ciclo (80, 65, 114) una tendencia creciente. En el tercer ciclo la complejidad y el número de conceptos pueden influir en dibujos de mayor complejidad.

En general en muchos métodos se constata un crecimiento del primer al tercer ciclo en las actividades deductivas y una disminución en las inductivas. Las actividades hipotéticas poseen resultados similares, bien un crecimiento (preguntas por ejemplo) o decrecimiento (resolución de problemas por ejemplo) del primer al tercer ciclo. Puede influir la complejidad de las actividades asociadas al método.

Las diferencias entre las fases del ciclo de aprendizaje se especifican en los siguientes apartados.

IV.4.7.A. Ciencia hipotética

La figura 120 muestra el número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje que emplea una ciencia hipotética para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje.

Se constata que los métodos que emplea el alumnado para desarrollar una ciencia hipotética son básicamente dos: El método de preguntas y el método de resolución de problemas. Para la fase de exploración se proponen 138 preguntas y 35

problemas, 84 preguntas y 33 problemas, 37 preguntas y 5 problemas, y 10 preguntas y 4 problemas.

Se constata que el planteamiento de una ciencia hipotética se plantea al inicio (185 actividades), solicitando los conocimientos previos sobre los contenidos de la tarea a realizar. Para ello emplea un número reducido de métodos.

Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista se proponen 137 actividades, para la fase de formalización o síntesis 44 actividades, y 16 actividades en la fase de aplicación y/o evaluación. Son actividades más simples y más concretos, ya que la detección de conocimientos previos se realiza por el alumnado en esta fase de exploración o inicio del ciclo de aprendizaje.

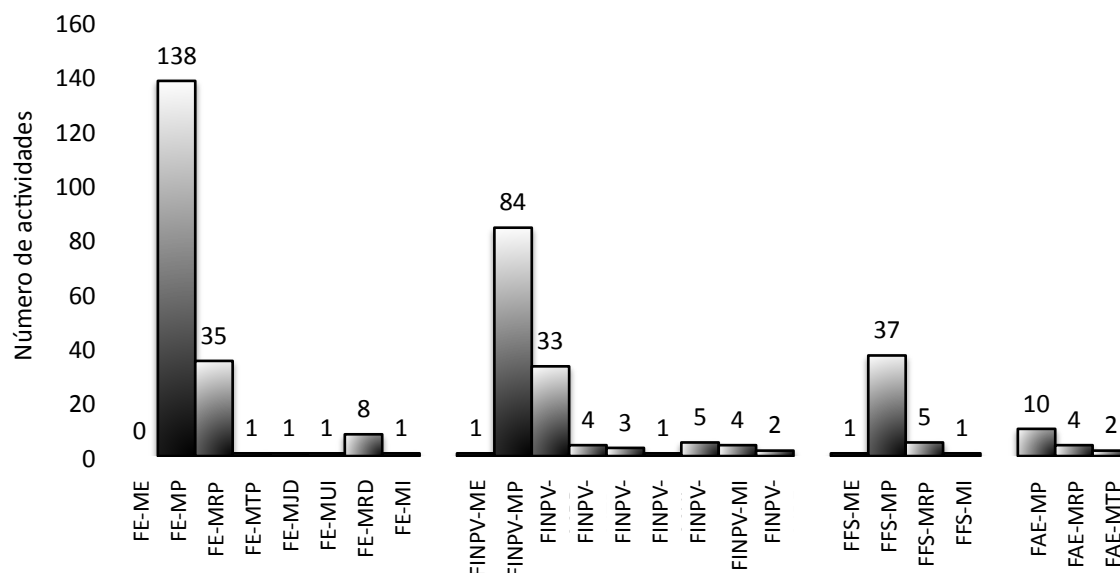


Figura 120. Número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje con ciencia hipotética por fase del ciclo de aprendizaje

El alumnado de grado utiliza las preguntas y los problemas en menor número de actividades conforme avanzan las actividades a lo largo del ciclo de aprendizaje. Del mismo modo se constata que se emplea una mayor diversidad de métodos en las dos primeras fases. Además del método de preguntas y de la resolución de problemas, al principio de ciclo de aprendizaje se plantean juegos didácticos, utilización de la información, proyectos y relatos de ficción para desarrollar el ciclo de aprendizaje. En

las dos últimas fases se emplea el método de interpretación y el método de trabajos prácticos.

IV.4.7.B. Ciencia inductiva

La figura 121 muestra el número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje que emplea una ciencia de tipo inductivo para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje.

El alumnado de grado plantea principalmente en la fase de introducción de nuevos puntos de vista este tipo de ciencia (205 en la FE, 375 en la FINPV, 82 en la FFS y 106 actividades en la FAE). Se debe a que en esta fase se proponen actividades para ir planteando nuevas ideas, y se necesitan actividades muy cercanas y ligadas al medio. Es una fase coherente con este tipo de ciencia.

Se constata que los métodos que emplea el alumnado para desarrollar una ciencia inductiva son varios: El método de preguntas, el método de resolución de problemas, el método de trabajos prácticos y el método de interpretación.

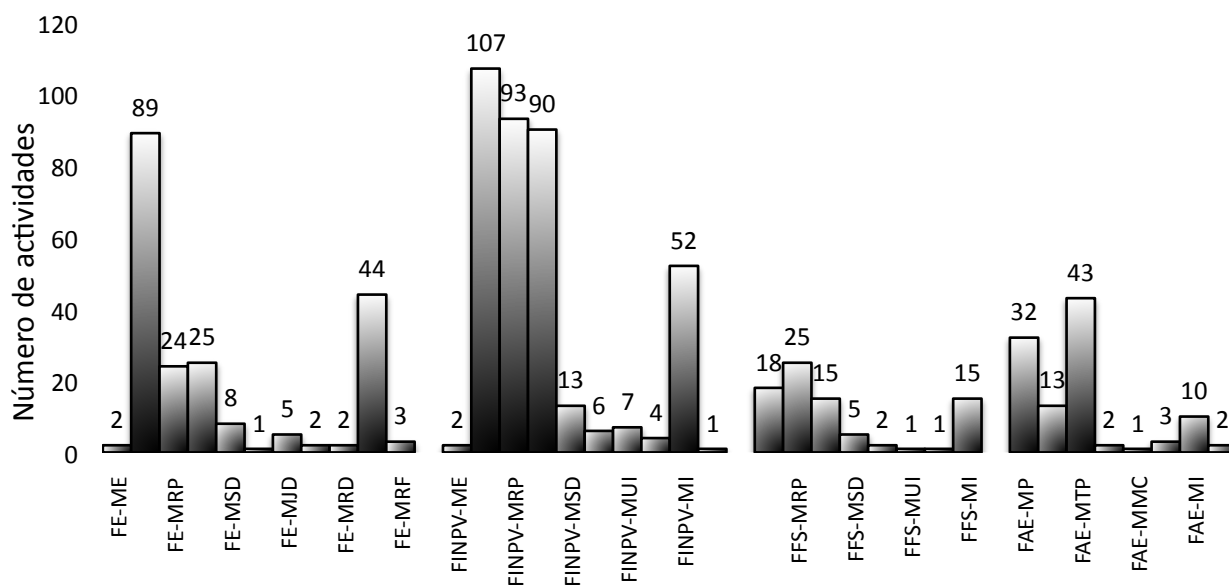


Figura 121. Número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje con ciencia de carácter inductivo por fase del ciclo de aprendizaje

- Para la fase de exploración se proponen 89 preguntas, 24 problemas, 25 trabajos prácticos y 44 interpretaciones.
- Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista 107, 93, 90 y 52 respectivamente.
- Para la fase de formalización o síntesis 18, 25, 15 y 15 respectivamente.
- Para la fase de aplicación y/o evaluación 32, 13, 43 y 10 respectivamente.

Las actividades inductivas exigen que las actividades hagan referencia al medio físico y natural, que se realicen trabajos prácticos y que se emplee además el método de interpretación de imágenes. Se emplean salidas al medio, salidas a museos de ciencias, juegos, utilización de información y debates. Es de resaltar el número de actividades con trabajos prácticos (25 en la FE, 90 en la FINPV, 15 en la FFS y 43 en la FAE).

Igualmente se constata que se emplea un mayor número de preguntas en las dos primeras fases (89 y 107 actividades), los problemas son mayoría en la fase de introducción de nuevos puntos de vista (93 actividades) y trabajos prácticos (25, 90, 15 y 43 a lo largo del ciclo de aprendizaje). Estos resultados están de acuerdo con la idea de que la ciencia de tipo inductivo supone observación, que se desarrolla con los métodos que hacen referencia al medio y, por ello además de preguntas y problemas se emplea el método de trabajos prácticos.

IV.4.7.C. Ciencia deductiva

La figura 122 muestra el número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje que emplea una ciencia deductiva para cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. Se constata que los métodos que emplea el alumnado para desarrollar una ciencia inductiva son varios: En la fase de exploración se emplea este tipo de ciencia en 96 actividades, en la fase de introducción de nuevos puntos de vista en 378 actividades, en la fase de formalización o síntesis en 817 actividades y en la fase de aplicación y/o evaluación en 838 actividades.

Se observa que para las actividades deductivas se propone mayor número de actividades en la fase de aplicación y/o evaluación y en la fase de formalización y/o

síntesis. Está de acuerdo con la idea de que se parte de unas ideas para llegar a nuevas ideas. En estas dos fases los métodos que más se emplean en estas actividades deductivas son varios. El método de resolución de problemas, el método de preguntas, el método de interpretación, el método de trabajos prácticos y el método de utilización de la información se proponen en ambas fases. El método expositivo se emplea en mayor número de actividades en la fase de formalización o síntesis.

En las dos primeras fases del ciclo de aprendizaje se emplean los mismos métodos. En la fase de exploración se emplean el método expositivo, el método de preguntas, el método de resolución de problemas. En la fase de introducción de nuevos puntos de vista principalmente se emplean el método de utilización de información y el método de interpretación.

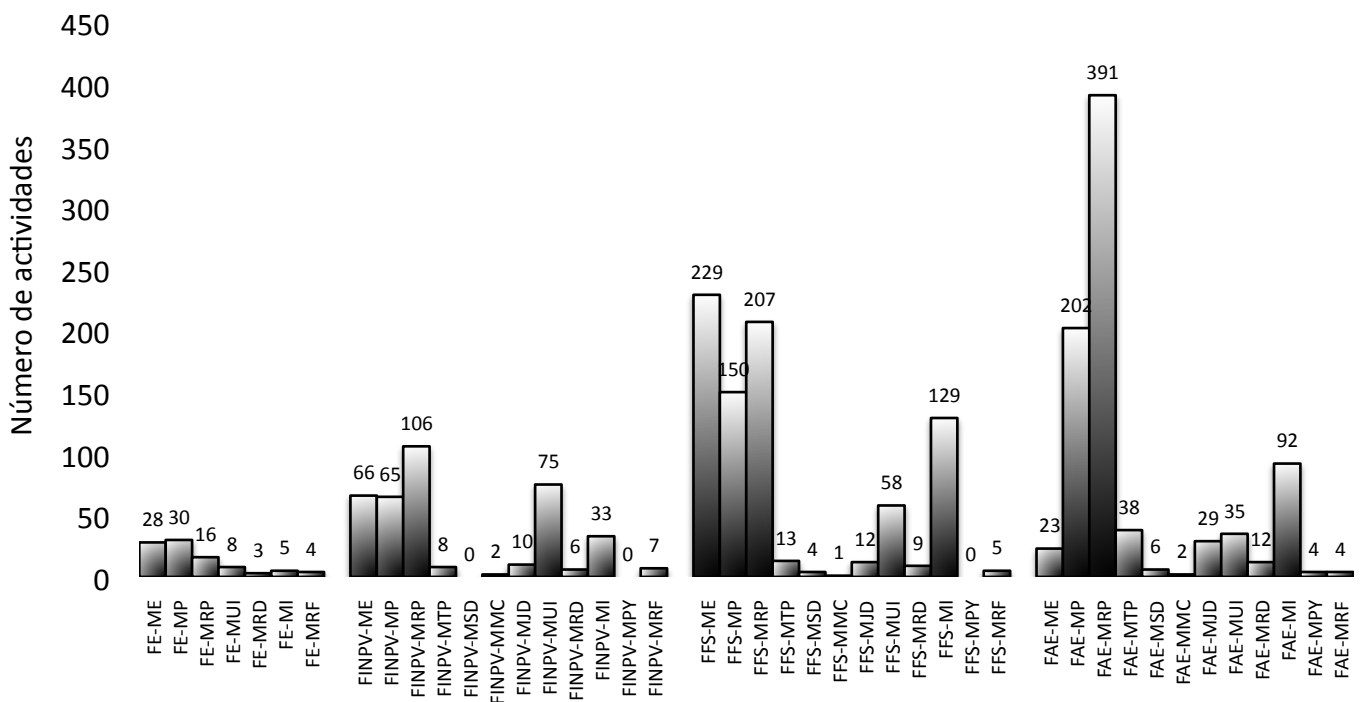


Figura 122. Número de actividades para los métodos de enseñanza y aprendizaje con ciencia deductiva por fase del ciclo de aprendizaje

El alumnado de grado, en las actividades deductivas, emplea métodos muy diversos a lo largo de estas actividades deductivas, sobre todo al plantear actividades

para avanzar en el aprendizaje de nuevas ideas, para su formalización y para su aplicación y/o evaluación.

Comparando las figuras 120, 121 y 122, se constata que cada tipo de ciencia utiliza métodos diversos, con diferente número de actividades. En las actividades hipotéticas se plantea un mayor número de actividades en la fase de exploración, en las actividades inductivas se plantea mayor número de actividades de la fase de introducción de nuevos puntos de vista, y en las actividades deductivas se plantea un mayor número de actividades en las dos últimas fases (FFS y FAE).

IV.4.8. Métodos de enseñanza y aprendizaje y personas que han hecho ciencia

Las tablas XLI y XLII señalan los métodos correspondientes a las actividades en las que se encuentran las personas que ha hecho ciencia y el método en el que se han interpretado dichas actividades.

Tabla XLI. *Métodos empleados en las actividades en las que aparecen personas que han hecho ciencia*

Neil Armstrong, Yuri Gagarin, Galileo Galilei, Nicolás Copérnico.	Problemas
Geólogo, Geología	Preguntas
Paleontología	Preguntas
Faraday	Preguntas
Mohs	Preguntas
Newton	Expositivo
Oersted	Interpretación
Ohm	Expositivo
Samuel Morse	Expositivo
Thales, William Gilbert, Charles Francois Du Fay, Benjamin Franklin, Volta, Dalton Hans Christian Oersted, Faraday, Edison, Van der Graaff.	Información
El rayo B. Franklin	Debate
Van der Graaf	Información
Volta	Trabajos Prácticos
Personas famosas y sus inventos. La electricidad no fue creada por una única persona. Debemos los aparatos a muchas personas. • Faraday (bobina) • Franklin (pararrayos) • Volta (pila) • Edison (bombilla) • Frankenstein	Utilización de la Información

Se han empleado diferentes métodos, expositivo, preguntas, interpretación de dibujos, utilización de información de internet, debates y trabajos prácticos. Es remarcable que no hayan empleado el método de relatos de ficción.

El método expositivo se emplea con Ohm y Morse. Son temas que, para lograr el aprendizaje significativo, precisan explicaciones.

El método de resolución de problemas se utiliza con personas del ámbito de la astronomía (Neil Armstrong, Yuri Gagarin, Galileo Galilei, Nicolás Copérnico).

Las preguntas se plantean con en el ámbito de la geología, paleontología, y con personas como Faraday y Mohs. Posiblemente se deba a que se trata de una disciplina más descriptiva.

El método de utilización de información se propone con personas del ámbito de la electricidad. Oersted se propone con el método de interpretación de imágenes y Franklin se plantea a través de debates. Se trata de un tema complejo, que necesita imágenes (dispositivos, aplicaciones, etc.).

No se constata ninguna regularidad en estos datos. El tema o la disciplina puede influir en el método utilizado, ya que cada tema posee diferente atractivo y motivación, la cotidianeidad de sus inventos, su cercanía tecnológica, y los conocimientos previos del alumnado.

La información contenida en las tablas señala que se trata de un tema complejo, que se emplea en muy pocas actividades. Están ligados a temas sobre fenómenos y a dispositivos eléctricos, cuya interpretación presenta abstracción. Se emplea para buscar y utilizar la información, para realizar debates que persigan aplicar un modelo teórico. Además se emplea para presentar o planificar al inicio de la secuencia didáctica, y al final como aplicación de los conceptos ya formalizados. No se trata de un tema para detectar conocimientos previos, su escaso carácter hipotético e inductivo indica que se trata de un tema abstracto. Implica que se empleen preguntas para obtener conocimientos, o se utilizan fuentes de información o se comunican los contenidos.

Desde el punto de vista cognitivo, buscar información le convierte en protagonista al alumnado, y así, se motiva y transforma la información en conocimiento escolar.

Tabla XLII. *Personas científicas que aparecen en las actividades (Número de actividades, Tema de la secuencia didáctica, Estrategia Metodológica) por ciclos de Educación Primaria*

Ciclo de Educación Primaria (Número de actividades totales)	Fase de estructuración de los aprendizajes (Número de actividades)	Personas científicas que aparecen en las actividades (Número de actividades, Tema de la secuencia didáctica, Estrategia Metodológica)
1 ^{er} ciclo EP (1262)	FE (276)	
	FINPV (405)	
	FFS (291)	Franklin, B. (2, Electricidad, MRD)
	FAE (290) FE (277)	
2 ^o ciclo EP (1245)	FINPV (339)	Personas Geólogas (1, Rocas y Minerales, MP), Mohs (1, Rocas y Minerales, MP), Newton (1, Fuerza y Movimiento, ME)
	FFS (271)	Van der Graaf (2, Electricidad, MUI), Volta (2, Electricidad, MTP)
	FAE (358) FE (269)	
	3 ^{er} ciclo EP (1463)	FINPV (419)
FFS (431)		Faraday (1, Electricidad, MP), Morse (1, Electricidad, MUI), Oersted (1, Electricidad, MI), Ohm (1, Electricidad, MP)Electricidad, ME), Volta (1, Electricidad, MUI)
FAE (344)		

Estos resultados señalan que las personas que han hecho ciencia aparecen principalmente en actividades deductivas y en algún caso ligado a la percepción de algún fenómeno, es decir actividades inductivas. En la mayoría de los casos las actividades son deductivas, con métodos como debates y utilización de la información, en actividades ubicadas al inicio y al final de la secuencia didáctica. Las actividades inductivas se emplean a través del método de utilización de la información, al final de la secuencia didáctica, ligada probablemente con la

observación de algún fenómeno o experimento. Las actividades hipotéticas se emplean en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.

Además al ser gran parte de las actividades de carácter deductivo, éstas están ubicadas en la parte central y final del ciclo de aprendizaje. Se emplean fenómenos, resultados, hechos, actitudes y elementos de sistemas físicos y naturales, y se plantean actividades para relacionarlos con los conceptos. Es posible que este contexto científico favorezca la motivación y la autorregulación de las ideas, y ello es coherente con actividades en la fase de aplicación y/o evaluación

IV.5. Perspectiva del discurso: dialógica o autoritaria

El siguiente problema que planteamos en la presente investigación es la influencia de la perspectiva del discurso en la forma en la que contemplan la estructuración de los aprendizajes en las mentes del alumnado. Las figuras 123 y 124 muestran el número de actividades en las que se plantea una enseñanza autoritaria y una enseñanza dialógica en cada una de las fases que proponen Jorba y Sanmartí (1996), y en los tres ciclos de Educación Primaria según el currículum de 2007.

La figura 123 muestra el número de actividades dialógicas y autoritarias desglosadas por ciclos de Educación Primaria (dos actividades no se han podido codificar).

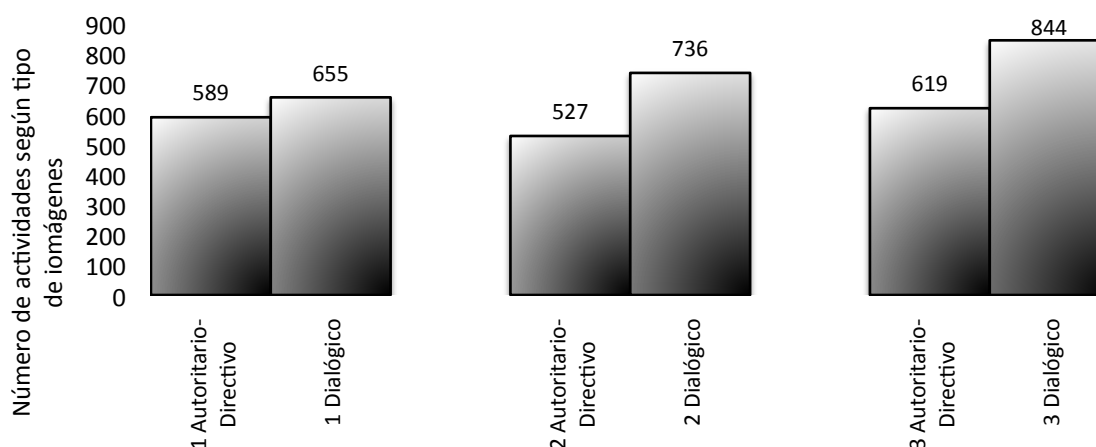


Figura 123. Número de actividades propuestas en cada ciclo de Educación Primaria y desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

En el Primer ciclo las actividades autoritarias son un 14,8%, las dialógicas un 16,5%, en el segundo ciclo las autoritarias son un 13,3% y las dialógicas son un 18,5% y en el tercer ciclo las autoritarias son un 15,6% y las dialógicas son un 21,3%. Supone que el total de actividades autoritarias o directivas es de un 43,6% y el total de actividades dialógicas es de un 56,3%. Se han planteado mayor número de actividades dialógicas que autoritarias, lo que indica que el alumnado del grado plantea un diálogo igualitario en más de la mitad de las actividades. Con el planteamiento autoritario se les proporciona al alumnado el conocimiento previamente elaborado. Las actividades dialógicas problematizan en mayor número de actividades la construcción del conocimiento científico, a partir del diálogo del alumnado. Esta segunda opción posee un planteamiento más cercano al modelo socioconstructivista (Buty, Tiberghien y Le Maréchal, 2004)

IV.5.1. Perspectiva del discurso a lo largo del ciclo de aprendizaje

Las actividades dialógicas hilvanan un conjunto de actividades en las que el alumnado construye el conocimiento. En la figura 124 se constata que produce de modo más equilibrado a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje. Este diálogo posee un carácter más cognitivo, y supone un aprendizaje con mayor número de relaciones significativas. Así, para estas actividades, principalmente plantean actividades para la fase de exploración, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista y para la fase de aplicación y/o evaluación.

En la figura 124 no se observan excesivas diferencias entre los tres ciclos de Educación Primaria. Sin embargo se constata que en la fase de exploración, en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación, el número de actividades que promueve una enseñanza dialógica es muy superior al número de actividades que promueve una enseñanza autoritario-directiva. (191, 226 y 208 para la FE -445 en total-, 221, 202 y 227 para FINPV -650 en total-, y 152, 207 y 251 para FAE -610 en total-). Para la fase de formalización se proponen 350 (91, 101 y 158). La representación gráfica señala que se plantea un mayor número de actividades para la fase de introducción de nuevos puntos de vista y para la fase de aplicación y/o evaluación. Al alumnado le resulta más adecuado el diseño de actividades diversas

para los diferentes bloques temáticos en estas fases. Sin embargo diversificar actividades para la fase de exploración es una tarea más compleja (Buty y Mortimer, 2007). Pueden considerar suficiente una actividad, ya que proponen el empleo de métodos análogos.

Sin embargo la Tabla XLIII muestra que en la fase de formalización y en la fase de síntesis, es muy superior el número de actividades que promueve una enseñanza autoritaria o directiva (197 en el primer ciclo, 174 en el segundo ciclo y 272 en el tercer ciclo). Detectar conocimientos previos, o introducir y aplicar ideas mediante una enseñanza autoritaria, supone mayor complejidad en el diseño de las actividades.

No existen excesivas diferencias entre los tres ciclos de Educación Primaria. Los promedios son 14,6 y 18,8 sobre las frecuencias relativas de las actividades autoritarias y dialógicas. Las desviaciones típicas son de 1,3 y 2,4.

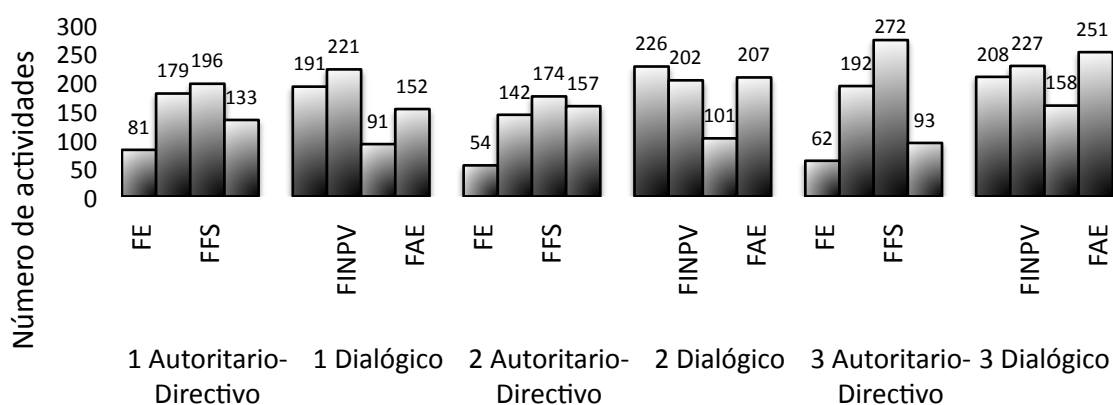


Figura 124. Número de actividades propuestas en cada fase desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

Para la enseñanza autoritaria se han planteado 1735 actividades distribuidas en 197 para la primera fase, 513 para la segunda fase, 642 para la tercera fase y 383 para la cuarta fase, mientras que para la enseñanza dialógica se han propuesto 2235 actividades (625, 650, 350 y 610 respectivamente para las cuatro fases del ciclo de aprendizaje). Así la construcción a partir del conocimiento elaborado (actividades

directivo-autoritarias) se produce en la formalización, mientras que a partir del diálogo son más numerosas las actividades generadas en las otras tres fases.

Tabla XLIII. *Número de actividades y frecuencia relativa (%) para la enseñanza dialógica y directivo-autoritaria sobre el total de actividades. C1 significa primer ciclo, C2 segundo ciclo y C3 tercer ciclo.*

	FE	FINPV	FFS	FAE	Total
Autoritario-Directivo. C1	81 (2,0)	179 (4,5)	196 (4,9)	133 (3,4)	589 (14,8)
Dialógico. C1.	191 (4,8)	221 (5,6)	91 (2,3%)	152 (3,8)	655 (16,5)
Autoritario-Directivo. C2.	54 (1,4)	142 (3,6)	174 (4,4)	157 (4,0)	527 (13,3)
Dialógico. C2.	226 (5,7)	202 (5,1)	101 (2,5)	207 (5,2)	736 (18,5)
Autoritario-Directivo. C3.	62 (1,6)	192 (4,8)	272 (6,9)	93 (2,3)	619 (15,6)
Dialógico. C3.	208 (5,2)	227 (5,7)	158 (4,0)	251 (6,3)	844 (21,3)
Total	822 (20,7)	1163 (29,3)	992 (25)	993 (25)	3970 (100)

IV.5.2. Perspectiva del discurso y métodos de enseñanza y aprendizaje

Estas actividades se pueden desglosar por métodos para constatar los más empleados para una enseñanza directivo-autoritaria y para una enseñanza dialógica. Los resultados se muestran en la figura 125, y se observa que se ha propuesto de modo más equilibrado en el caso autoritario. Ello se debe a que, en general la enseñanza directiva, puede ser más flexible, ya que en su planteamiento es el alumnado de grado quien diseña y dirige estas actividades. Así, lo realiza de modo más diversificado que para una enseñanza dialógica. Al alumnado de grado le resulta más complicado realizar una propuesta amplia metodológica dialógica. Seguramente influyen sus procesos anteriores de enseñanza y aprendizaje, sus concepciones implícitas, su punto de vista deductivo y una posible influencia de los libros escolares. La enseñanza dialógica supone mayor complejidad en el diseño, y no favorece el empleo de diferentes estrategias metodológicas (Astolfi, 1994).

La enseñanza dialógica trata de compartir diferentes formas de realizar las actividades de tipo científico, para que a través del diálogo en el aula se elabore el conocimiento. Transitar por un proceso de construcción en el que el alumnado responde a lo que se plantea y generar interacciones en el aula, para favorecer la elaboración dialógica del conocimiento, no es nada sencillo.

El alumnado de grado utiliza, según la figura 126, emplea un mayor número de actividades autoritario-directivas con el método de resolución de problemas (26,6%), método expositivo (18,9%), método de interpretación de imágenes (18,6%), método de preguntas (12,9%), método de trabajos prácticos (10,0%) y el método de utilización de información (8,9%). El total supone aproximadamente un 95% de las actividades.

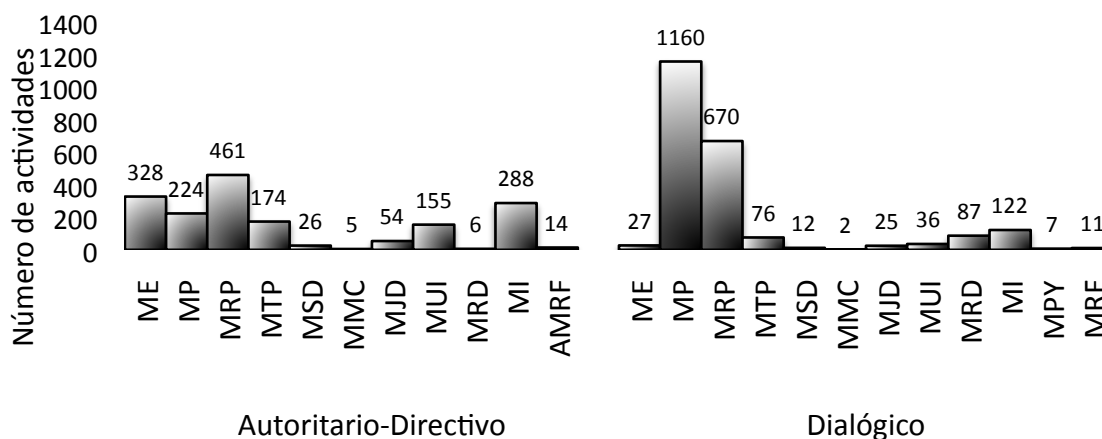


Figura 125. Número de actividades propuestas para cada de método de enseñanza y aprendizaje desglosados por actividades autoritarias o directivas y dialógicas.

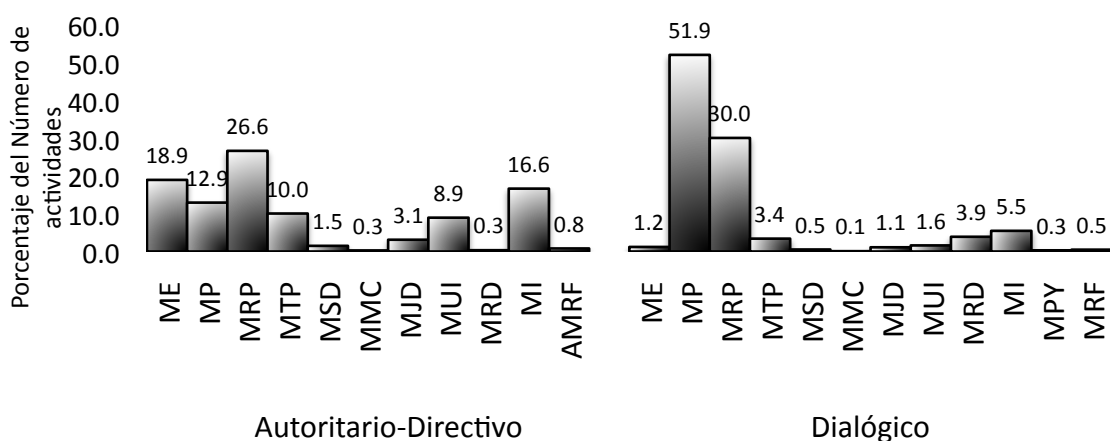


Figura 126. Porcentaje del número de actividades propuestas para cada de método de enseñanza y aprendizaje desglosados por actividades autoritarias o directivas y dialógicas.

Para el caso de una enseñanza dialógica, se ha constatado que se emplean principalmente dos métodos: el método de preguntas (51,9%) y el método de

resolución de problemas (30,0%). Además se utilizan el método de interpretación (5,5%) y el método de realización de debates (3,9%) con lo cual los cuatro métodos constituyen sobre el total de actividades un 91,3%. El alumnado de grado diversifica más el planteamiento de las actividades autoritarias, y posiblemente, existan dificultades creativas metodológicas para plantear actividades dialógicas. Es posible que tiendan a la simplicidad, a lo metodológicamente inmediato, habida cuenta de las pocas horas presenciales y no presenciales disponibles en las asignaturas. Además puede influir la formación previa recibida a lo largo del grado, o la metodología empleada en los libros escolares.

IV.5.3. Perspectiva del discurso y competencias cognitivas

Se ha procedido a analizar las competencias cognitivas que fomentan las actividades de tipo autoritario o dialógico propuestos por el alumnado del grado de Educación Primaria. Todas las personas desarrollamos habilidades cognitivas, y las diferencias individuales o culturales proporcionan oportunidades para aprender ciencias experimentales en el aula de Educación Primaria.

Los resultados se muestran en la figura 127 y constatamos que existe una serie de competencias cognitivas que se fomentan en un mayor número de actividades. Desde una perspectiva autoritario-directiva son las siguientes: “Observar, medir, recoger, registrar”, “identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”, “buscar”, “formalizar, teorizar”, “analizar”, “calcular, resolver, dibujar, completar, decidir” y “sintetizar”. De estos resultados se deduce que la perspectiva de la construcción del discurso científico autoritario supone que en las actividades diseñadas se fomentan menor número de competencias cognitivas superior a 100 actividades. El alumnado de grado proporciona la información necesaria para observar, plantear búsquedas de información ya elaborada, proporciona información con la formalización y/o síntesis, y desarrolla la competencia cognitiva análisis (Losada Iglesias, Etxabe Urbieta, Urkidi Elorrieta, 2012). Competencias ligadas a estrategias cognitivas, posiblemente de mayor complejidad, no se desarrollan con frecuencias absolutas elevadas en estas actividades directivas.

En las actividades dialógicas las competencias cognitivas que se desarrollan en un número superior a 100 actividades son: “Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar”, “elaborar, construir”, “elaborar hipótesis”, “relacionar, asociar”, “observar, medir, recoger, registrar”, “comparar, diferenciar, distinguir”, “analizar”, “calcular, resolver, dibujar, completar, decidir”, “valorar, evaluar, juzgar, reflexionar”, “transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar”, “establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos”, “clasificar”, “diseñar, inventar” y “sintetizar”. Los datos en porcentajes se representan en las tablas XLIV y XLV.

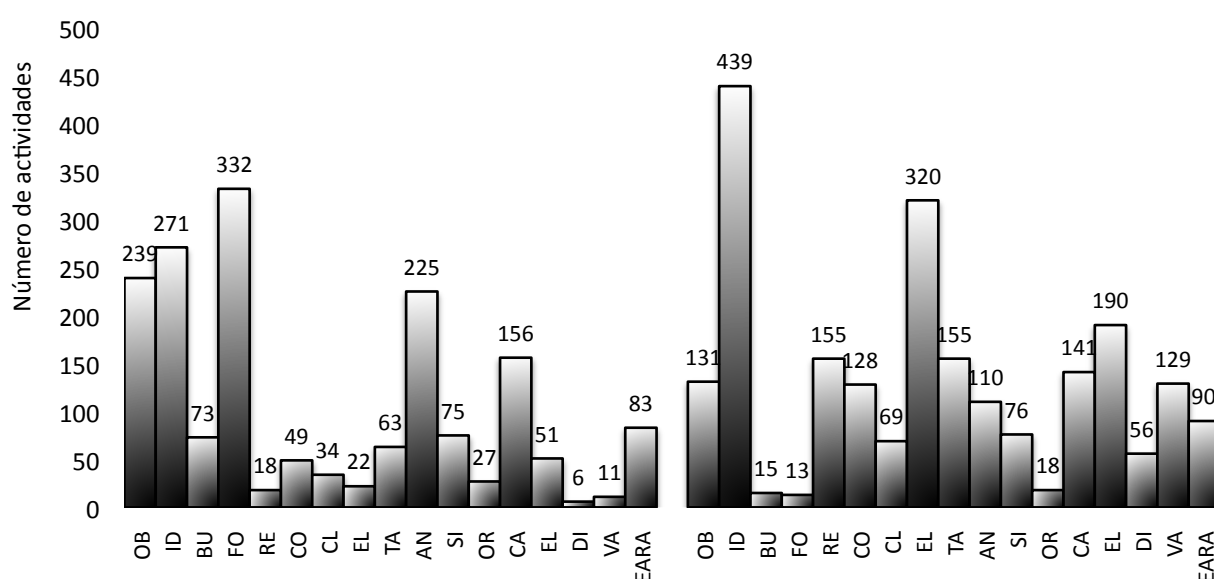


Figura 127. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivas desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

Las tabla. XLIV y XLV muestran en orden decreciente las frecuencias relativas (%) de las competencias cognitivas desarrolladas en actividades autoritarias y dialógicas. Se constatan diferencias significativas entre las competencias cognitivas desarrolladas. La competencias cognitivas “identificar,...”, “calcular,...” y “analizar” se emplea en gran número de actividades en ambas perspectivas. Teniendo en cuenta el resultado de las demás competencias cognitivas, su desarrollo es muy diferente según el planteamiento del discurso empleado en las actividades diseñadas por el alumnado del grado en Educación Primaria.

Tabla. XLIV. *Frecuencia relativa (%) de las competencias cognitivas desarrolladas en actividades autoritarias sobre el total de actividades (43,7% de las actividades)*

Competencia cognitiva	Frecuencia relativa (%)
Formalizar, teorizar	8,4
Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar.	6,8
Observar, medir, recoger, registrar, construir	6,0
Analizar	5,7
Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir	3,9
Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos	2,1
Sintetizar	1,9
Buscar	1,8
Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar	1,6
Elaborar, jerarquizar, seleccionar	1,3
Comparar, diferenciar, distinguir	1,2
Clasificar	0,9
Organizar, estructurar, seriar, ordenar	0,7
Elaborar Hipótesis	0,6
Relacionar, asociar	0,5
Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar	0,3
Diseñar, inventar	0,2

Tabla XLV. *Frecuencia relativa de las competencias cognitivas desarrolladas en las actividades correspondientes a las actividades dialógicas sobre el total de actividades (56,3% de las actividades)*

Competencia cognitiva	Frecuencia relativa (%)
Identificar, reconocer, señalar, nombrar, enumerar.	11,1
Elaborar Hipótesis	8,1
Elaborar, jerarquizar, seleccionar	4,8
Relacionar, asociar	3,9
Transferir, aplicar, predecir, inferir, deducir, demostrar	3,9
Calcular, resolver, dibujar, completar, decidir	3,6
Observar, medir, recoger, registrar, construir	3,3
Valorar, evaluar, juzgar, reflexionar	3,2
Comparar, diferenciar, distinguir	3,2
Analizar	2,8
Establecer analogías o similitudes, razonamiento analógico, ajustar modelos	2,3
Sintetizar	1,9
Clasificar	1,7
Diseñar, inventar	1,4
Organizar, estructurar, seriar, ordenar	0,5
Buscar	0,4
Formalizar, teorizar	0,3

IV.5.3.A. Perspectiva del discurso y competencias cognitivas por ciclos de Educación

Primaria

Las figuras 128, 129 y 130 muestran los resultados obtenidos desglosados por ciclos de Educación Primaria y por la perspectiva del discurso.

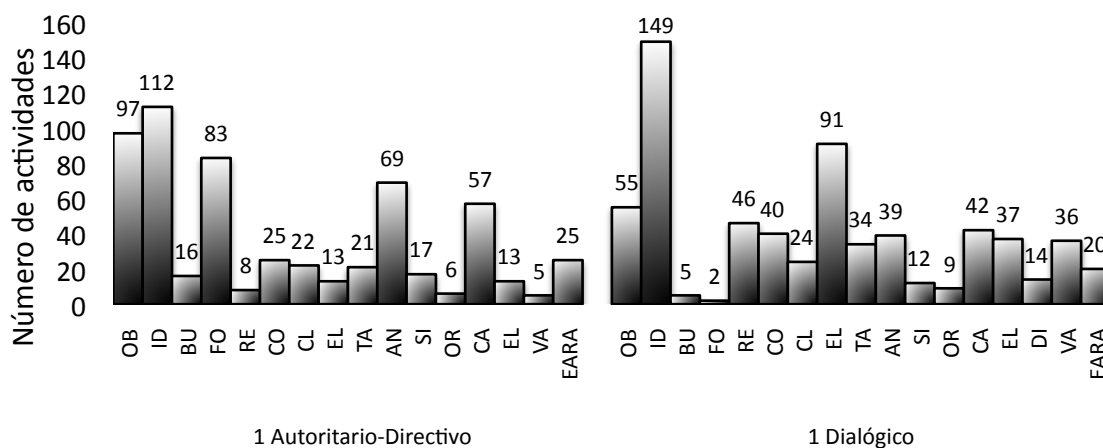


Figura 128. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivas para el primer ciclo de Educación Primaria desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

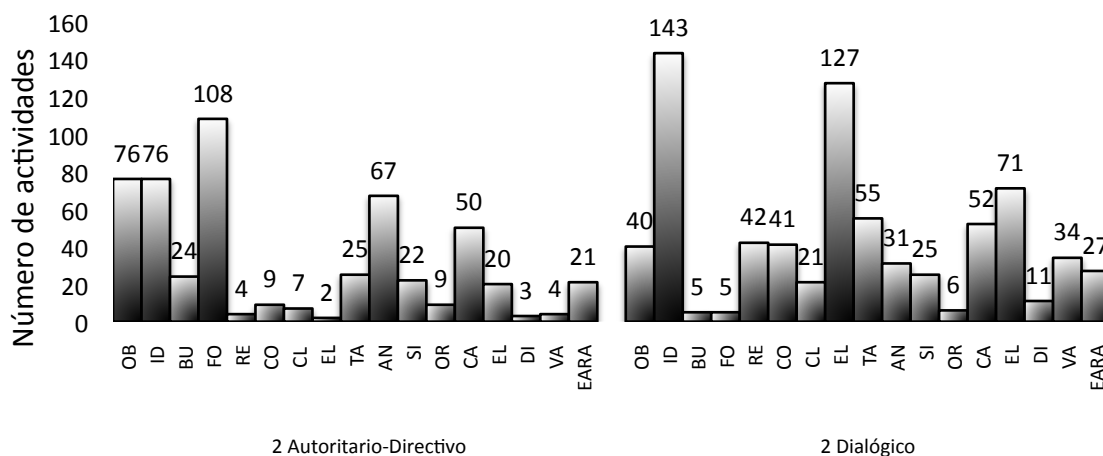


Figura 129. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivas para el segundo ciclo de Educación Primaria desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

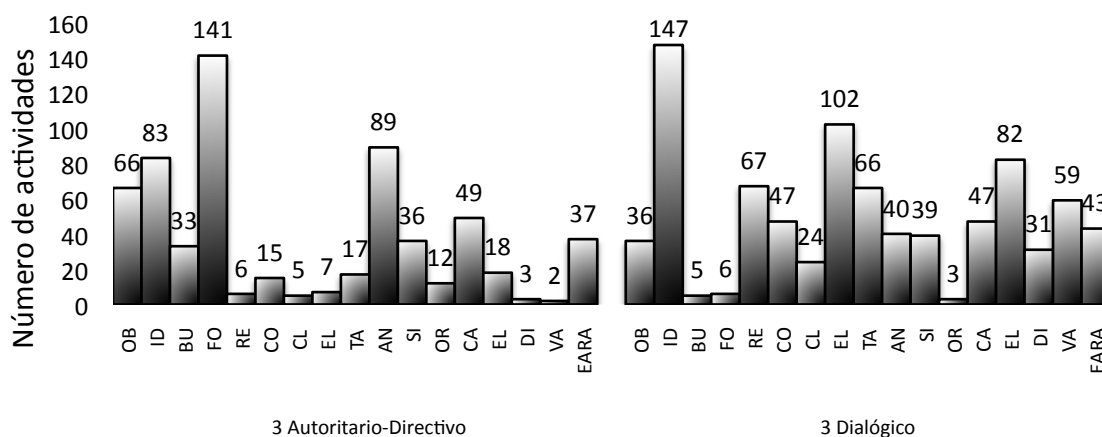


Figura 130. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivas para el tercer ciclo de Educación Primaria desglosadas por actividades autoritarias o directivas y dialógicas.

Los resultados poseen características similares, de modo que la variable ciclo de Educación Primaria no influye en exceso. El alumnado de Educación Primaria, al diseñar las actividades sobre diferentes temas, plantea las actividades de modo similar para cualquiera de los ciclos de Educación Primaria. Utilizar contenidos de mayor complejidad conceptual, no parece influir en exceso, y posiblemente la diversidad competencial tenga mayor relación con los procedimientos y con actitudes.

IV.5.3.B. Perspectiva del discurso y competencias cognitivas a lo largo del ciclo de aprendizaje

La tabla XLVI muestra los resultados obtenidos desglosados por las fases del ciclo de aprendizaje de las perspectivas del discurso científico. Se aprecian diferencias entre dichas las fases. Se ha cuantificado esta dispersión de resultados a través de las desviaciones típicas (13,6, 29,7, 55,7 y 24,1 para las fases del ciclo de aprendizaje de las actividades autoritarias, y 56,4, 33,3, 13,8 y 32,0 para las actividades dialógicas). En ambos casos son elevadas.

Si nos atenemos a la perspectiva del discurso, las competencias cognitivas son diferentes en la fase de exploración. Se desarrollan en mayor número de actividades

en las actividades dialógicas (“Identificar,...”, “comparar,...”, “relacionar,...”, “elaborar hipótesis”, “calcular,...” y “elaborar analogías,...”). Sin embargo, la competencia “formalizar y teorizar” se desarrolla en mayor número de actividades en las actividades directivo-autoritarias. Es posible que la flexibilidad metodológica para desarrollar los contenidos sea superior en las actividades directivas. Pero a través de las actividades dialógicas se desarrolla mayor número de competencias cognitivas (por ejemplo más de 25 actividades se desarrollan ocho competencias en las dialógicas y tres en las directivas). Dialogar para elaborar el contenido es importante al diseñar las actividades para desarrollar la el carácter cognitivo al inicio del ciclo de aprendizaje.

Tabla XLVI. Número de actividades para las competencias cognitivas desglosados por tipo de discurso y por fase del ciclo de aprendizaje.

Competencias cognitivas	FE		FINPV		FFS		FAE	
	Autoritario-Directivo	FE Dialógico	Autoritario-Directivo	FINPV Dialógico	Autoritario-Directivo	FFS Dialógico	Autoritario-Directivo	FAE Dialógico
OB	45	44	88	56	29	16	77	15
ID	40	145	94	136	76	58	61	100
BU	2	3	39	4	24	2	8	6
FO	16	2	67	3	227	5	22	3
RE	4	38	5	62	5	22	4	33
CO	8	29	18	48	15	26	8	25
CL	1	11	13	18	11	13	9	27
EH	12	213	7	80	1	16	2	11
TA	2	4	6	24	16	26	39	101
AN	26	30	57	43	102	16	40	21
SI	13	15	20	11	32	29	10	21
OR	4	2	5	5	9	4	9	7
CA	15	28	37	34	42	27	62	52
EL	0	17	19	44	20	39	12	90
DI	0	4	3	19	2	9	1	24
VA	4	26	3	34	2	23	2	46
EARA	5	14	32	29	29	19	17	28

En la fase de introducción de nuevos puntos de vista se desarrollan también las competencias señaladas para la fase de exploración, y además, “transferir y elaborar,...”. Las actividades directivo-autoritarias desarrollan además de la competencia “formalizar,...”, “observar,...”, “buscar” y “analizar”. La evolución de los contenidos implica actividades en ambas perspectivas. Se plantean actividades con diversidad metodológica y se desarrolla mayor número de competencias en esta fase.

Las actividades dialógicas desarrollan mayor número de competencias, posiblemente de mayor complejidad, pero las actividades directivas desarrollan mayor número que en la fase de exploración.

En la fase de formalización o síntesis, globalmente no se constatan excesivas diferencias entre ambas perspectivas. Competencias como “comparar,...”, “transferir,...”, “elaborar hipótesis”, “elaborar,...” y “valorar,...” se desarrollan en actividades dialógicas, sin embargo en las directivo-autoritarias se desarrollan “observar,...”, “identificar,...”, “buscar”, “formalizar,...”, “analizar” y “elaborar analogías,...”. Las actividades dialógicas de esta fase pretenden realizar actividades de elaboración, aplicación, comparación o valoración. En las autoritarias se plantea mayor categorización, formalización y de ajuste de modelos a través de analogías. Se intuye que las estrategias cognitivas que se emplean son diferentes en ambas perspectivas.

Finalmente en la fase de aplicación y/o evaluación las actividades dialógicas se desarrollan en mayor número de actividades “identificar,..”, “relacionar,...”, “comparar,...”, “clasificar”, “elaborar hipótesis,...”, “transferir,...”, “sintetizar”, “elaborar,...”, “diseñar,...”, “valorar,...” y “elaborar analogías,...”. Sin embargo en las actividades directivo-autoritarias se desarrollan “observar,...”, “formalizar,...”, “analizar”, “calcular,...”, “formalizar”, “proponer cálculos,...”, “analizar” u “observar,...”. En las actividades dialógicas se propone mayor número de actividades dinámicas y de cierta complejidad cognitiva. En esta fase, en ambos casos, se desarrolla una gran diversidad de competencias cognitivas pero a través de la perspectiva dialógica es superior el número de actividades que desarrollan competencias de mayor complejidad.

En síntesis, existen diferencias en cada una de las fases del ciclo de aprendizaje. De un planteamiento cognitivo más simple y concreto de la fase de exploración se evoluciona a otro más complejo en la fase de aplicación. La abstracción se denota en mayor medida en las actividades directivas, mientras que las competencias más dinámicas se plantean al introducir y elaborar conceptos (FINPV).

IV.5.4. Perspectiva del discurso y estrategias cognitivas

La figura 131 muestra los resultados obtenidos tras el análisis realizado de las actividades del alumnado de grado para las seis estrategias cognitivas. Presentan diferencias en las actividades autoritario-directivas y las actividades dialógicas. Las estrategias de categorización son similares, pero el resto de las estrategias presentan diferencias. En ambas perspectivas se emplean estrategias que engloban observar, situar objetos, experiencias, interacciones, permanencia, características, identificación, mirar y ubicar en el espacio y en el tiempo, e identificar variables.

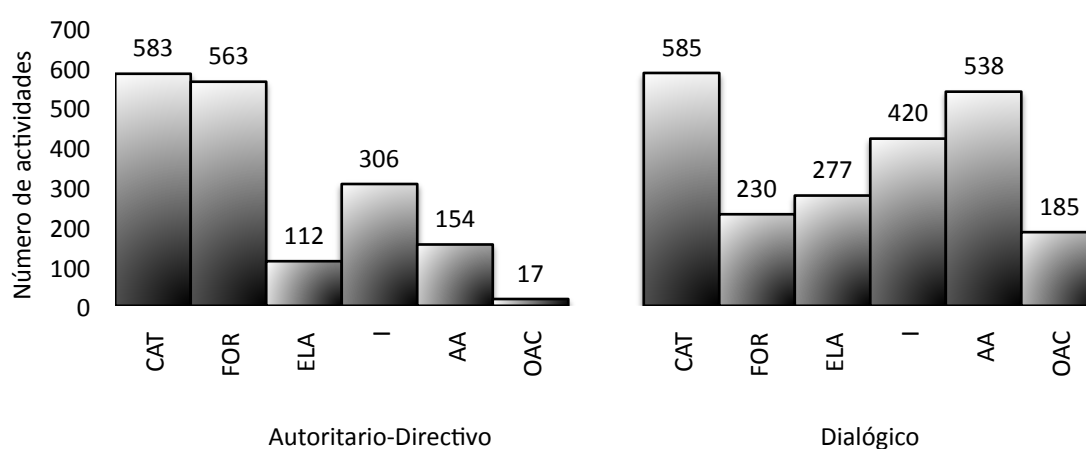


Figura 131. Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

Sin embargo el resto de las estrategias presentan diferencias. Las estrategias de formalización se emplean en mayor número de actividades en las estrategias directivo-autoritarias, mientras que las dialógicas son superiores en las estrategias de elaboración, de interpretación, de ajuste y adaptación y de organización del ajuste. Ello se debe a que las estrategias de formalización operan de forma implícita con reglas explícitas o implícitas del lenguaje y organización del espacio, geometrías, etc., que se proporciona al alumnado de modo elaborado. Sin embargo el número de actividades dialógicas es superior para elaborar y para estructurar ideas (Etxabe Urbieto 2016b).

Además estas estrategias cognitivas presentan resultados similares para los tres ciclos de Educación Primaria.

IV.5.4.A. Perspectiva del discurso y estrategias cognitivas a lo largo del ciclo del aprendizaje

La figura 132 muestra los resultados de las estrategias cognitivas para la fase de exploración. Se observa que el inicio del ciclo de aprendizaje se plantea principalmente de modo dialógico, sobre todo con las estrategias de categorización y con las estrategias de ajuste y adaptación. En estas actividades se sitúan y se ubican objetos, se reconocen diferencias, de piensa en analogías, de proponen hipótesis y se plantean actividades de elaborar jerarquías.

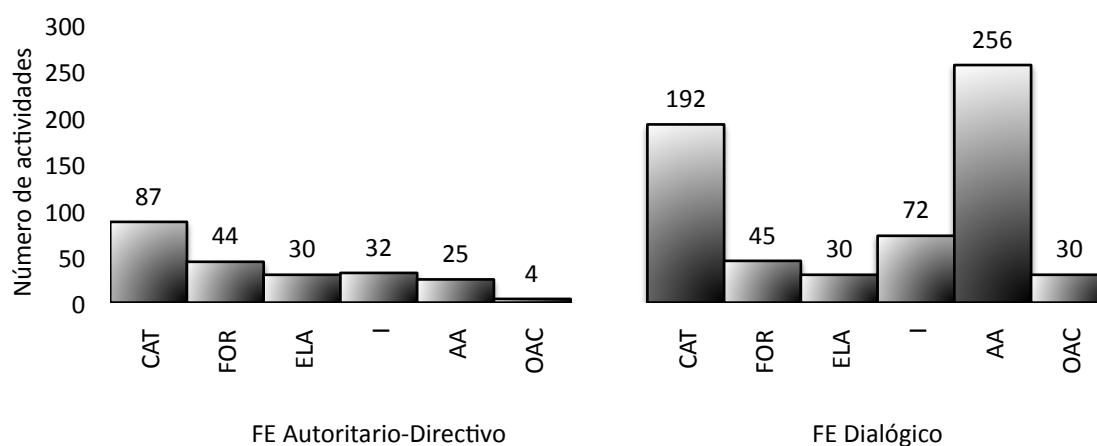


Figura 132. Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas para la fase de exploración desglosados por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

La figura 133 muestra los resultados obtenidos para la fase de introducción de nuevos puntos de vista. Se observa que la evolución de conceptos se genera con la situación y ubicación de los objetos en ambos casos, y principalmente en la perspectiva autoritario-directiva. Las estrategias que más se emplean son la categorización, la formalización, interpretación y ajuste. Los resultados más diferentes se encuentran en una mayor utilización de la categorización e interpretación en la perspectiva autoritaria.

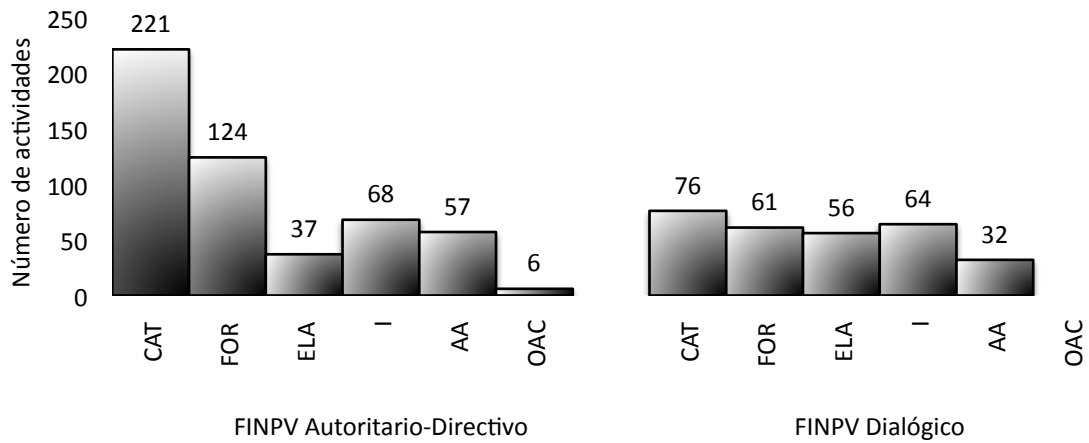


Figura 133. Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas para la fase de introducción de nuevos puntos de vista desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

En la fase de formalización o síntesis, la estrategia que se emplea en mayor número de actividades es la que lleva el mismo nombre (figura 134). La perspectiva autoritario-directiva, utiliza más la formalización que en las actividades más dialógicas. La categorización y la interpretación son similares, pero en las actividades dialógicas se plantean en mayor número de actividades. En estas actividades se elaboran propuestas, se reconocen diferencias y se emplea el razonamiento analógico.

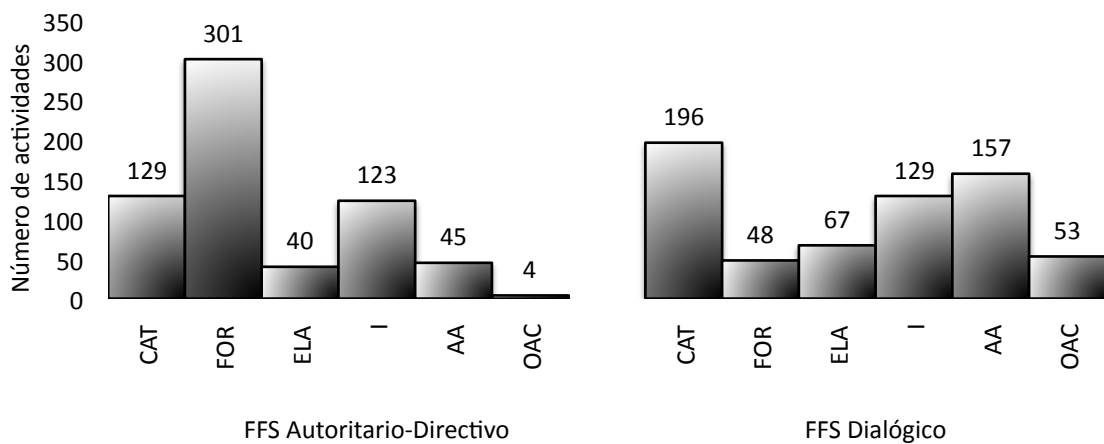


Figura 134. Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas para las fases de formalización, síntesis o reestructuración desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

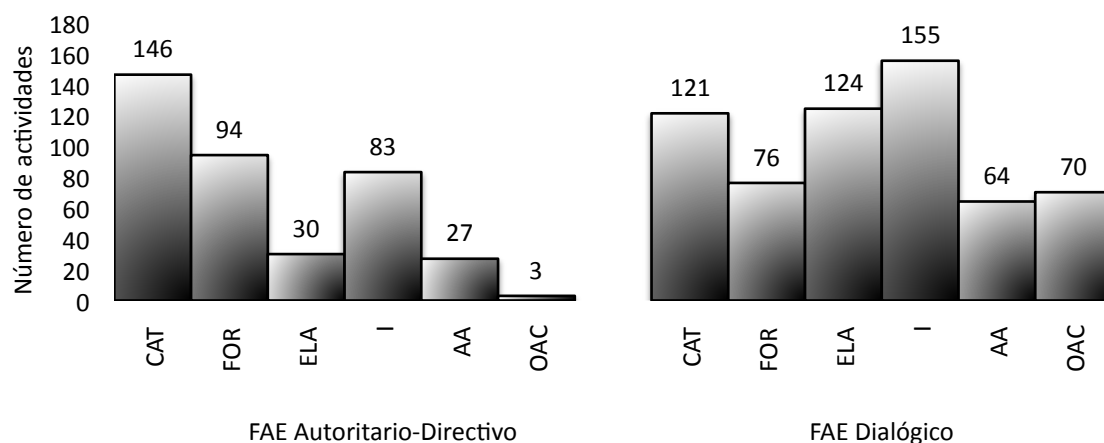


Figura 135. Número de actividades propuestas para las estrategias cognitivas para la fase de aplicación y/o evaluación desglosados por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

Finalmente, para la fase de aplicación y/o evaluación se emplean actividades que desarrollan varias estrategias cognitivas (figura 135). Existen diferencias entre la perspectiva autoritaria y la perspectiva dialógica. Las estrategias de categorización y formalización se producen en ambas perspectivas, pero la enseñanza dialógica favorece también el desarrollo de elaboración, ajuste y adaptación, organización del ajuste y creatividad. En ambos casos se categorizan elementos presentes en los sistemas, y se formalizan ideas, pero en las dialógicas se desarrollan en más actividades a partir de la elaboración, imaginación, comunicación, búsqueda de formas, para establecer relaciones, de las diferencias y elaboración de hipótesis y de la transferencia entre contextos.

IV.5.5. Desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas a través de la enseñanza dialógica y autoritaria

La figura 136 representa el número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

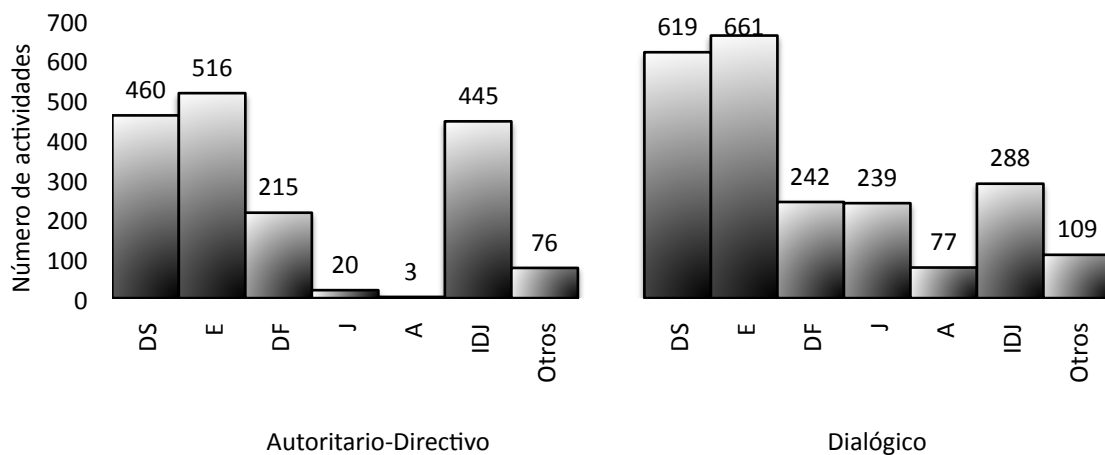


Figura 136. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas desglosados por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

En esta figura 136 se constata que se propone elaborar textos, tanto desde una perspectiva autoritaria del profesorado, como desde el diálogo en el aula, o por un diálogo interno consigo mismo. Se observa que al ser en mayor número la propuesta de actividades dialógicas, de igual modo lo son las actividades descriptivas, explicativas, definiciones y dibujos. Sin embargo en las actividades propuestas el número de justificaciones y de argumentaciones es menor. Se desarrollan a través de actividades dialógicas, es decir, proponer razones y convencer a otra persona son tareas que están mucho ligadas con la perspectiva dialógica. Sin embargo los dibujos se plantean en mayor número de actividades en una perspectiva autoritaria.

IV.5.5.A. Desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas a través de la enseñanza dialógica y autoritaria a lo largo de los ciclos de Educación Primaria

A lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria (tabla XLVII) no se constatan excesivas diferencias en las propuestas del alumnado del grado en Educación Primaria.

La tabla XLVII muestra que se propone mayor número de descripciones y explicaciones en las actividades dialógicas. Los textos descriptivos pueden ser tanto autoritarios como dialógicos, es decir de igual modo los puede elaborar el alumnado.

Ocurre la misma circunstancia con las definiciones, las argumentaciones y las justificaciones en los tres ciclos se plantean en las actividades dialógicas. En general el empleo de los dibujos es superior en las actividades autoritario-directivas. Se proponen textos en todos los ciclos, se denota el carácter ligeramente más dialógico de los textos.

De igual modo se constata el aspecto ligeramente más directivo de las imágenes. Las imágenes en su mayor parte se les proporcionan elaboradas, quizás debido a su empleo en los libros escolares. Las imágenes constituyen un sistema de comunicación muy rápido y general. En los libros escolares se dispone de ellos. Se expresan ideas científicas, su variedad es amplia, y son motivadores, agradables y explicativos. Representar la realidad, supone desarrollar la imaginación, y se debe lograr a partir de actividades autoritarias. No es fácil dibujar y, en muchas ocasiones se tiende a que el alumnado desarrolle principalmente la comunicación a través de las competencias cognitivas.

Tabla XLVII. *Número de actividades en las que se desarrollan las competencias cognitivo-lingüísticas a lo largo de los tres ciclos de Educación Primaria.*

Competencias cognitivo- lingüísticas	C1		C2		C3	
	Autoritario -directivo	C1 Dialógico	Autoritario- directivo	C2 Dialógico	Autoritario -directivo	C3 Dialógico
DS	172	202	147	216	141	201
E	127	170	172	205	217	286
DF	52	50	72	90	91	102
J	5	60	8	64	7	115
A	3	22	0	29	0	26
IDJ	199	111	103	101	143	76
Otros	31	40	25	31	20	38

IV.5.5.B. Desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas a través de la enseñanza dialógica y autoritaria a lo largo del ciclo de aprendizaje

Las actividades planteadas por el alumnado de grado para la fase de exploración poseen mayor frecuencia absoluta en la perspectiva dialógica.

En la figura 137 se constata que las actividades dialógicas posibilitan la elaboración de un gran número de textos descriptivos, explicativos, definiciones, justificaciones, argumentaciones e interpretación de dibujos (más del triple que el

número de actividades autoritaria). Esta fase se emplea para planificar actividades, presentar los objetivos o para detectar conocimientos previos, lo que supone que es el alumnado el protagonista de esta fase. Es el alumnado quien tiene que elaborar los diferentes textos mediante géneros lingüísticos. La interpretación de imágenes es similar en ambas perspectivas.

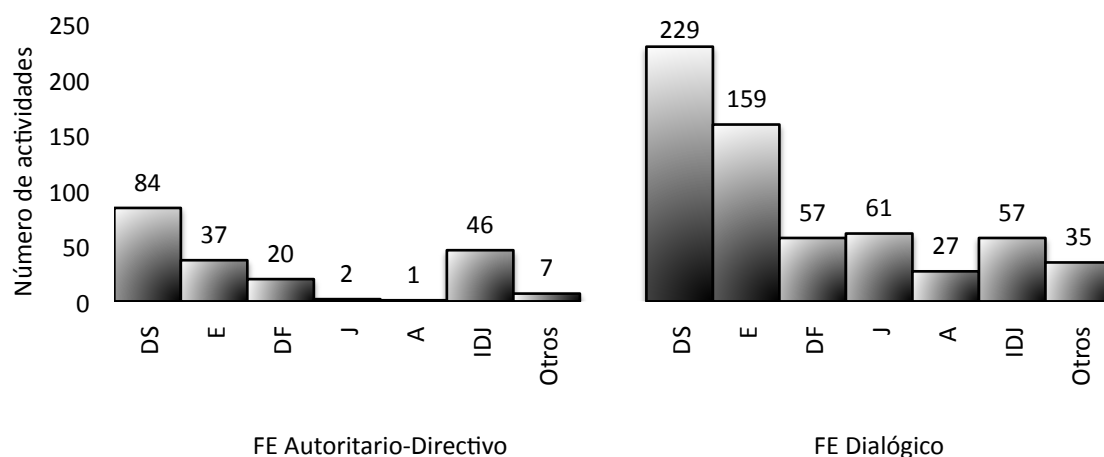


Figura 137. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas para la fase de exploración desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

En la fase de introducción de nuevos puntos de vista el número de actividades que han diseñado son mayores tanto a nivel de descripciones, como explicaciones, definiciones e imágenes (figura 138). Se plantean tanto de forma elaborada (directiva) como dialogada, para enumerar cualidades, textos formados por conceptos relacionados y ordenados a la luz de un marco teórico y con textos largos o sintéticos. Los tres patrones lingüísticos están tanto en la perspectiva dialógica como en la directiva. La mayor diferencia estriba en las justificaciones y en las argumentaciones. El alumnado de grado plantea preguntas o problemas para que el alumnado elabore y dialogue para justificar o argumentar. En la perspectiva directiva, no se produce en este número de actividades.

Para la fase de formalización o síntesis el número de actividades que han diseñado son elevados en el caso de explicaciones e imágenes autoritarias (figura 139). Los textos descriptivos y los textos explicativos son parecidos en número, si bien son ligeramente superiores en la elaboración de textos autoritarios. La fase de

formalización es la fase de mayor abstracción, y consecuentemente se proponen textos (descripciones, explicaciones y definiciones) e imágenes desde una perspectiva más autoritaria.

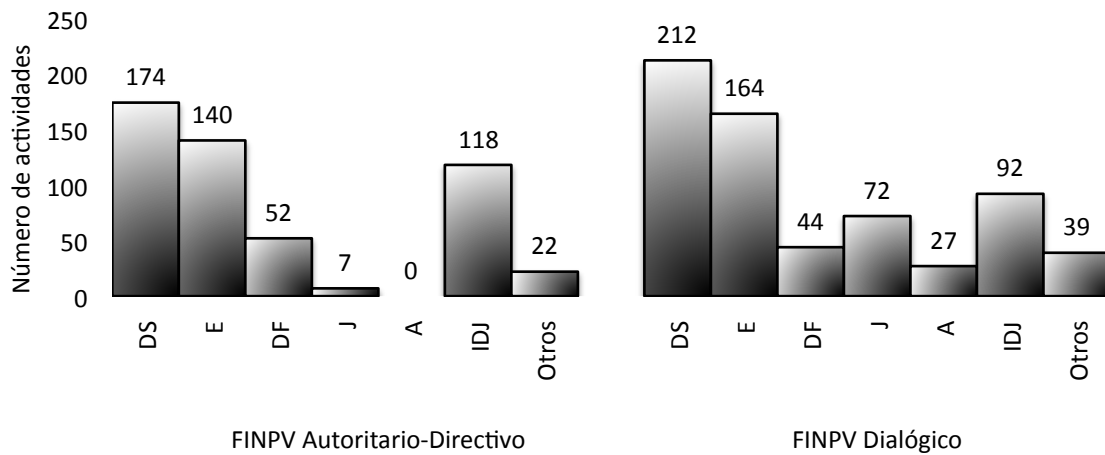


Figura 138. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas para la fase de introducción de nuevos puntos de vista desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

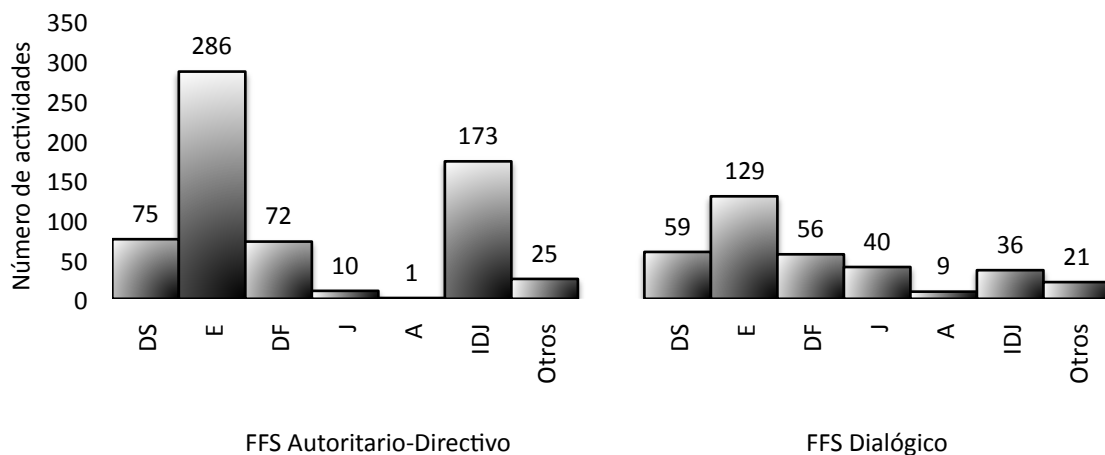


Figura 139. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas para la fase de formalización o síntesis desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

De modo análogo a la fase anterior, la mayor diferencia entre ambas perspectivas estriba en las justificaciones y en las argumentaciones. El alumnado de grado a través de preguntas o problemas, favorece que el alumnado dialogue y elabore estos textos desde una perspectiva dialógica.

En la fase de aplicación o evaluación el número de actividades diseñadas son significativos para todo tipo de textos en ambas perspectivas (figura 140). La propuesta de los textos descriptivos, explicativos, definiciones e imágenes son similares en número, si bien son superiores en la elaboración de textos dialógicos. Se plantean actividades dinámicas para aplicar las ideas ya formalizadas, y ello se logra principalmente de modo dialogado.

Los textos se proponen desde ambas perspectivas. Sin embargo, a diferencia de la fase de formalización se emplean más imágenes y textos desde un punto de vista dialógico.

Las justificaciones y las argumentaciones, se proponen desde ambas perspectivas de modo similar, lo que implica que la interpretación de las situaciones del medio se propone en ambos casos.

Por otra parte, en esta última fase se plantean definiciones, en ambas perspectivas, pero en mayor número desde la dialógica. Se trata de la fase en la que se plantea mayor número de definiciones, debido quizás a su complejidad.

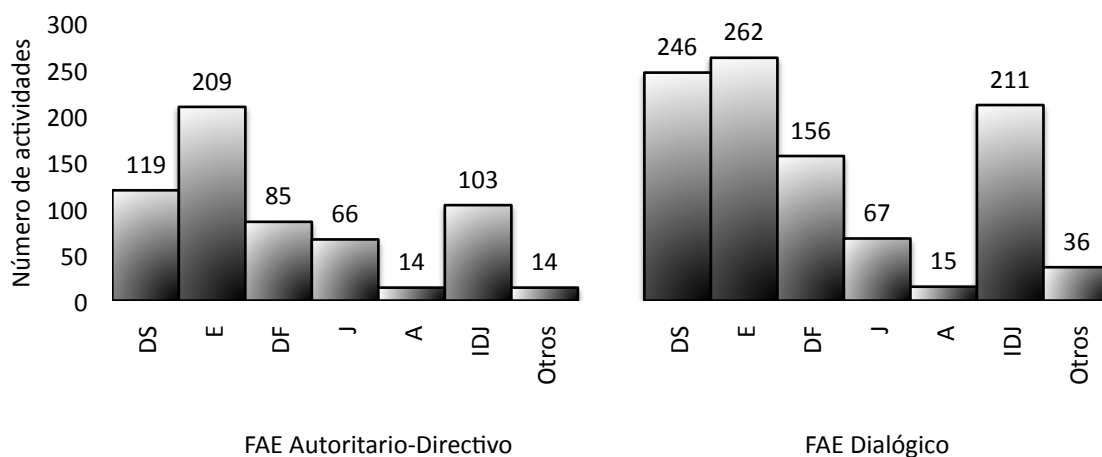


Figura 140. Número de actividades propuestas para las competencias cognitivo-lingüísticas para la fase de aplicación y/o evaluación desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas.

IV.5.6. Perspectiva del discurso y tipo de ciencia utilizada en las secuencias didácticas.

La figura 141 expresa el número de actividades propuestas para tipos de ciencia desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.

El número de actividades es similar en los tres ciclos, si bien esta variable influye ligeramente en el número de actividades según el tipo de ciencia utilizado. Las actividades directivas se proponen en el tercer ciclo, y las actividades inductivas decrecen en ambas perspectivas.

Se observa que en la perspectiva autoritaria se propone proporcionalmente un menor número de actividades hipotéticas y un mayor número de actividades deductivas. Se incrementa el número de actividades deductivas en ambas perspectivas desde el primer hasta el tercer ciclo.

El mayor número de actividades dialógicas hipotéticas está de acuerdo con lo que significa que una actividad sea hipotética. El alumnado dialoga consigo mismo para proponer su punto de vista, y defenderlo.

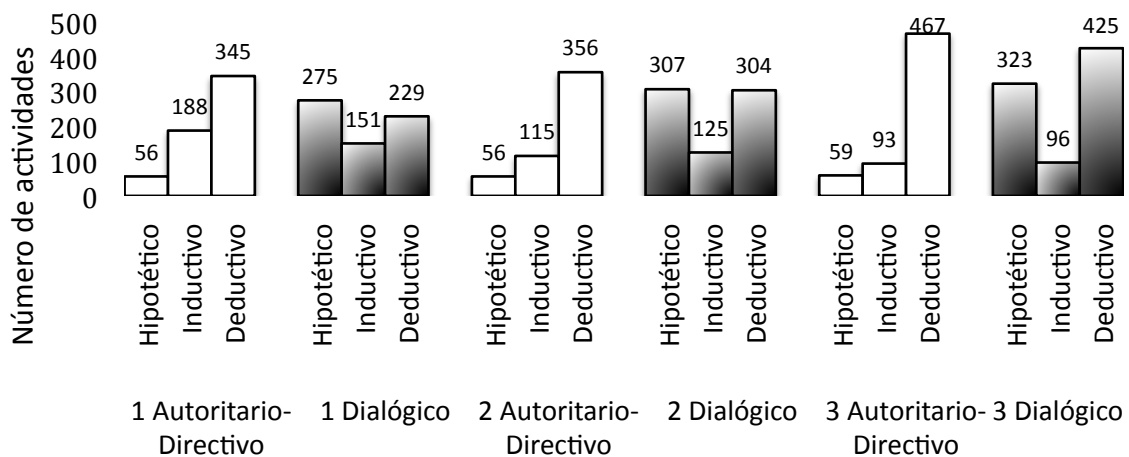


Figura 141. Número de actividades propuestas para tipos de ciencia desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.

Las actividades inductivas y deductivas son similares en ambas perspectivas (en número son superiores las deductivas, y son inferiores las inductivas). Influye la variable ciclo, ya que se ha señalado con anterioridad que decrece en un caso y crece en el otro.

IV.5.6.A. Perspectiva del discurso y tipo de ciencia utilizada en las secuencias didácticas a lo largo del ciclo de aprendizaje

Se constata que los resultados obtenidos para las fases del ciclo de aprendizaje son diferentes.

La figura 142 muestra que la fase de exploración es una fase muy dialógica, ya que el alumnado propone sus conocimientos previos o presenta o planificar los contenidos del tema. El número de actividades autoritarias es inferior en los tres tipos de ciencia y son similares excepto en el mayor número de actividades inductivas. Por el contrario se proponen mayor número de actividades dialógicas hipotéticas, de actividades inductivas en el primer ciclo (basadas en la observación) y escaso número de actividades deductivas en las actividades dialógicas de la primera fase. Están de acuerdo con las razones señaladas con anterioridad.

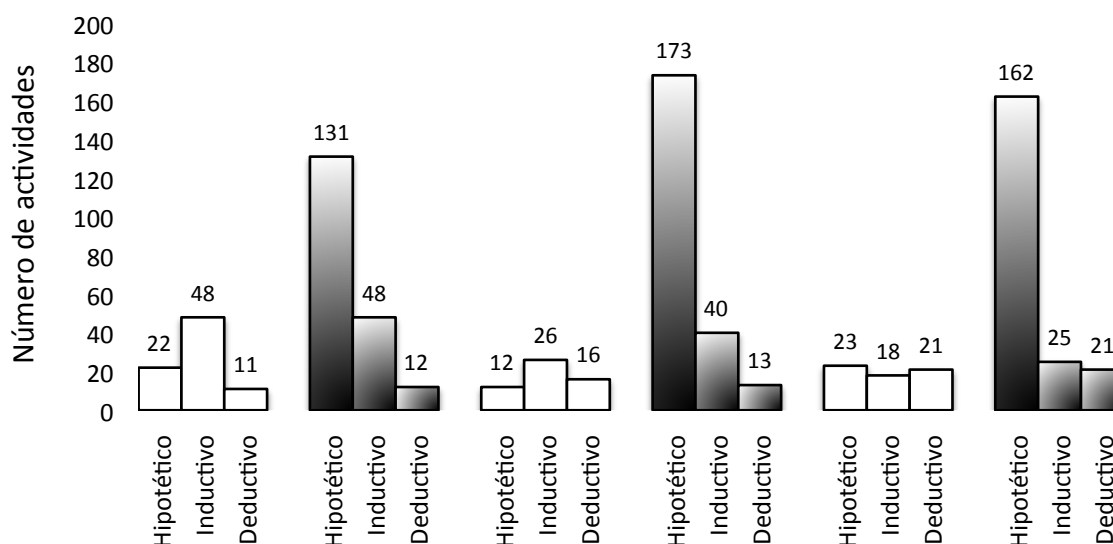


Figura 142. Número de actividades propuestas para tipos de ciencia para la fase de exploración desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.

La fase de introducción de nuevos puntos de vista (figura 143) es una fase que se caracteriza por la evolución de conocimientos del alumnado. El alumnado de grado propone actividades con ambos tipos de texto, y se constata, para ambas perspectivas, un crecimiento del número de las actividades deductivas, y una disminución de las actividades inductivas. El número de las actividades hipotéticas oscila entre los tres ciclos de Educación Primaria. Se plantean más actividades de categorización en el primer ciclo, y actividades basadas en unas ideas para llegar a otras en el tercer ciclo. Esta idea se constata en ambas perspectivas.

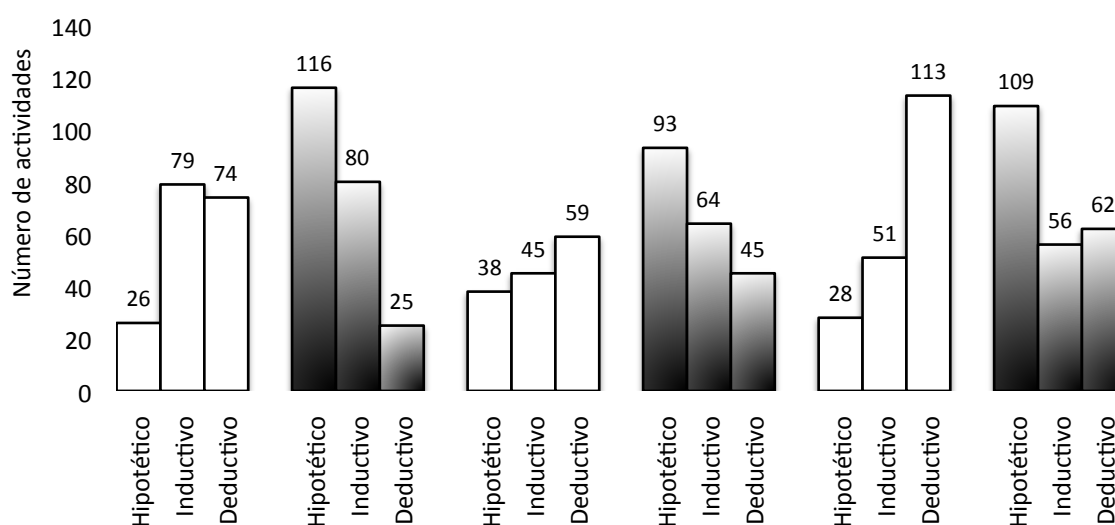


Figura 143. Número de actividades propuestas para tipos de ciencia para la fase de introducción de nuevos puntos de vista desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.

La fase de formalización o síntesis (figura 144) es una fase en la que se construyen las ideas. Para ello se emplean ideas, lo que significa que el mayor número de actividades son deductivas. Por otra parte, se constata que el alumnado de grado propone más actividades deductivas, con una tendencia creciente conforme se incrementan los ciclos de Educación Primaria. Se parte de unas ideas, de las que se deducen nuevas. El carácter deductivo es muy marcado en esta fase del ciclo de aprendizaje, principalmente en las actividades autoritarias.

Por otra parte el número de las actividades hipotéticas e inductivas es muy similar y muy reducido. Crece ligeramente el número de actividades hipotéticas y decrece el número de actividades inductivas desde el primer al tercer ciclo. Plantear propuestas se plantea más desde el tercer ciclo, y las actividades de observación se plantean principalmente en el primer ciclo.

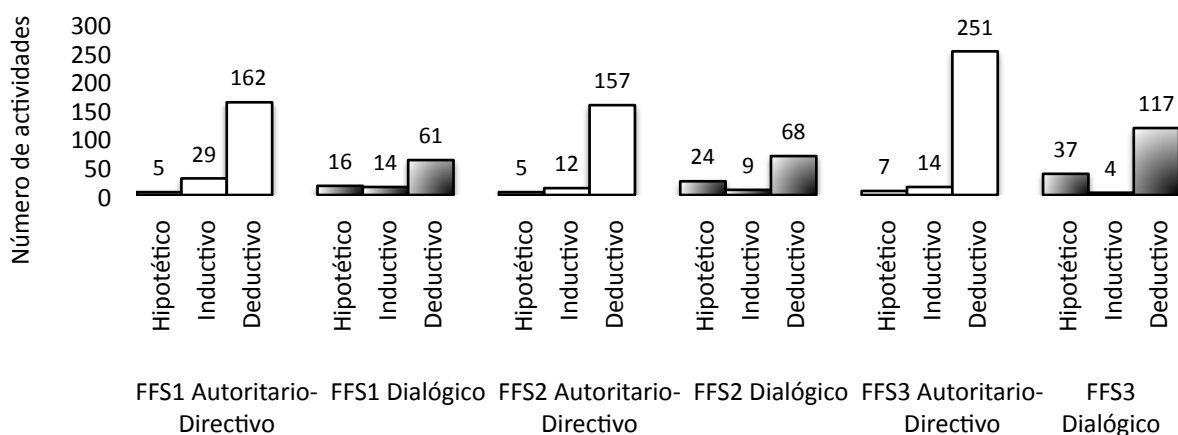


Figura 144. Número de actividades propuestas para tipos de ciencia para la fase de formalización o síntesis desglosadas por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.

La fase de aplicación o evaluación (figura 145) es una fase que se caracteriza por elaborar modelos más complejos ligados a nuevos contextos que pretende explicar. El alumnado de grado propone actividades con perspectiva autoritaria y dialógica de tipo de ciencia deductivo. El número de las actividades hipotéticas es muy reducido en ambas perspectivas, ya que no tiene sentido en esta fase proponer propuestas sobre lo que se va a formalizar. También se plantean pocas actividades inductivas y disminuye ligeramente su número del primer al tercer ciclo. Se trata de una fase en la que el alumnado de grado propone textos, de modo dialógico, a partir de unas ideas, para aplicarlas y llegar a nuevas ideas. Las evidencias muestran que la mayoría de las actividades son deductivas.

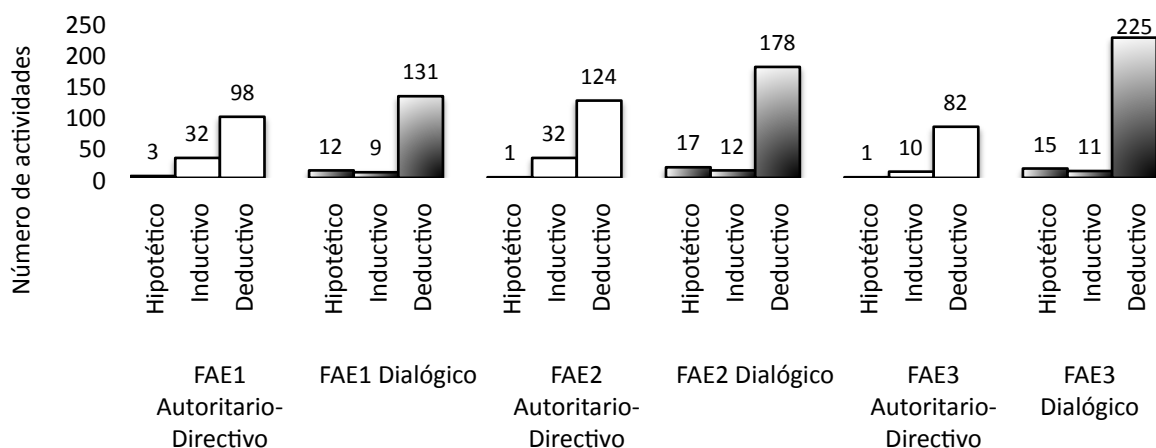


Figura 145. Número de actividades propuestas para tipos de ciencia para la fase de aplicación y/o evaluación desglosados por actividades autoritarias-directivas y dialógicas y por ciclos.

IV.5.7. Perspectiva del discurso y personas que han hecho ciencia

En la Tabla XLVIII se indican personas que han hecho ciencia y que aparecen en las secuencias didácticas a lo largo de los ciclos de Educación Primaria desglosados por la perspectiva del discurso y fases del ciclo de aprendizaje. Se constata que se plantean actividades en ambas perspectivas, pero principalmente en la directiva.

Son temas complejos para el alumnado de Grado, ya que al elaborar la transposición didáctica tiene en cuenta los problemas de asimilación de la escala temporal del alumnado de Educación Primaria. Por ejemplo en el primer ciclo se propone Benjamin Franklin. Se relaciona con la actividad perceptiva ligada a las tormentas (rayos). Se plantea de forma autoritaria, del mismo modo que se realiza en el segundo ciclo con Volta, Newton o Van der Graaf. En dicho ciclo se propone el término genérico “personas geólogas” para plantear la actividad de modo dialógico. No se emplean nombres concretos. En el tercer ciclo se plantea de modo autoritario-directivo, sobre todo las personas que podemos englobar en el ámbito de la electricidad. De modo dialógico se plantean personas que podemos englobar dentro del ámbito de la “astronomía”, “geología” y “paleontología”, citados de modo genérico, y algún nombre del ámbito de la electricidad como Faraday. Por otra parte

en ambas perspectivas se plantean la mayor parte de las actividades en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de formalización.

En síntesis, al citar las personas que han hecho ciencia influyen muchos factores: el ciclo de Educación Primaria, la disciplina o el tema, y además otros factores como el conocimiento de la historia de la ciencia. Se plantean actividades autoritarias y dialógicas, se citan las personas en mayor número en el caso de las autoritarias, mientras que los términos genéricos (personas geólogas, paleontólogas, científicas) se emplean en actividades dialógicas. Igualmente la electricidad se plantea sobre todo desde una perspectiva autoritaria, y la geología y astronomía desde una perspectiva más dialógica. Tal y como se ha señalado con anterioridad los resultados sobre las personas que aparecen en las actividades reflejan una visión androcéntrica de la ciencia.

Tabla XLVIII. *Personas que han hecho ciencia y que aparecen en las secuencias didácticas a lo largo de los ciclos de Educación Primaria desglosados por la perspectiva del discurso y fases del ciclo de aprendizaje.*

Ciclo y Perspectiva de la construcción del discurso	Fases del ciclo de aprendizaje	Científicos/as
1 Autoritario-Directivo	FE	
	FINPV	
	FFS	El rayo. B. Franklin
	FAE	
1 Dialógico	FE	
	FINPV	
	FFS	
	FAE	
2 Autoritario-Directivo	FE	
	FINPV	Mohs Newton
	FFS	Van der Graaf
	FAE	Volta
2 Dialógico	FE	
	FINPV	Personas Geólogos
	FFS	
	FAE	
3 Autoritario-Directivo	FE	
	FINPV	Thales, William Gilbert, Charles Francois Du Fay, Benjamin Franklin, Volta, Dalton Hans Christian Oersted, Faraday, Edison, Van der Graaff (electricidad) Famosos/as (electricidad)
	FFS	Oersted Ohm Samuel Morse
	FAE	Volta
3 Dialógico	FE	
	FINPV	Neil Armstrong, Yuri Gagarin, Galileo Galilei, N. Copernico. Personas geólogos Personas Paleontólogas
	FFS	Faraday
	FAE	

TESIS DOCTORAL
Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas
Relativas a la Enseñanza de las Ciencias
en el Grado en Educación Primaria

CAPÍTULO V

Conclusiones

CAPITULO V. CONCLUSIONES

En esta memoria se han analizado las secuencias didácticas elaboradas por el alumnado del grado de Educación Primaria. En este capítulo se da cuenta de las conclusiones derivadas de los resultados de la presente investigación, con relación a los objetivos específicos planteados en la presente investigación dentro del Capítulo III. "Metodología y datos de la investigación". Los objetivos se han planteado para *analizar la influencia del ciclo al que van dirigidas las actividades y la fase del ciclo del aprendizaje.*

V.1. Con relación al primer objetivo (O1) de la investigación.

V.1.1. Conclusiones vinculadas al análisis del tipo de ciencia

Aunque en la parte inicial de la asignatura se desarrollan aspectos de la naturaleza de la ciencia, el análisis de las secuencias didácticas muestra que no se refleja la totalidad del proceso de enseñanza y aprendizaje desarrollado en estos bloques teóricos. El alumnado del grado en Educación Primaria de la muestra apenas emplean la historia de la ciencia, y el planteamiento de las secuencias didácticas es eminentemente deductivo (Ibáñez Ibáñez, Romero López y Jiménez Tejada, 2019). Se manifiestan sus concepciones implícitas sobre las capacidades del alumnado de Educación Primaria, la metodología de los libros escolares (mayor número de actividades inductivas y deductivas), la modalidad de bachillerato cursada y las estrategias de enseñanza y aprendizaje utilizadas en la Educación Secundaria y Universitaria. Todo ello se refleja en el amplio número de actividades deductivas en los tres ciclos y, planteamiento de actividades ligadas directamente con la observación y análisis de los seres vivos y entidades inertes del medio físico y natural, principalmente en el primer ciclo de Educación Primaria.

Con respecto al diseño de las actividades basadas en las fases del ciclo de aprendizaje, se han proporcionado datos que muestran una mayor complejidad y un mayor grado de abstracción en las fases de las fases finales del ciclo de aprendizaje (FFS y FAE). Con relación a esta pregunta, los datos obtenidos en la investigación son

coherentes con las siguientes ideas sobre las fases del ciclo de aprendizaje. Se concluye que:

- Las actividades de la fase de exploración poseen un carácter más hipotético que las actividades de las otras fases. La propuesta de un menor número actividades de carácter deductivo sobre la detección de conocimientos previos, planificación o la presentación de objetivos supone una marcada diferencia sobre las otras fases.
- En la fase de introducción de nuevos puntos de vista esta fase se plantean actividades hipotéticas, inductivas y deductivas. Esto significa que las actividades son dinámicas, se plantea la observación e identificación de las características de los objetos del medio físico y natural, y se emplean para provocar la evolución de las ideas previas hacia los contenidos científicos.
- El planteamiento deductivo de las dos últimas fases (FFS y FAE) supone que el planteamiento de las actividades es muy diferente, con una propuesta de contenidos de carácter más conceptual y expositivo en la FFS, y un planteamiento de problemas de tipo deductivo en la FAE.

De esta manera las evidencias presentadas parecen sugerir que existe una evolución de actividades hipotéticas e inductivas hacia actividades deductivas lo largo del ciclo de aprendizaje. Se observa este hecho en las fases iniciales más simples y concretas y evoluciona hacia unas fases más abstractas y complejas.

V.1.2. Conclusiones vinculadas a la utilización de personas que han hecho ciencia

A pesar de que en el primer tema de la asignatura se cuestiona la perspectiva androcéntrica de la ciencia, los datos obtenidos evidencian que el alumnado no recurre a la historia, biografía o datos de ninguna científica en las actividades propuestas. Utilizan científicos del campo del electromagnetismo, o de las Ciencias de la Tierra. También, establecen relaciones con algún tipo de invento, aunque no emplean personas del campo de la Biología y de la Química. En general son científicos

occidentales ligados a inventos o a descubrimientos de aspectos sobre el planeta tierra (por ejemplo fósiles).

Parece razonable que la observación anteriormente apuntada sea debida al escaso reflejo de la historia de la ciencia en los libros escolares, sobre todo en el primer ciclo y también, al modelo de persona involucrada en la actividad científica, que suele referirse a un hombre inventor de aparatos eléctricos o sobre la Tierra o el universo.

Finalmente, con relación a este aspecto, las evidencias implican que el planteamiento de actividades ligadas a la historia de la ciencia se produce principalmente en el tercer ciclo. Torres Salas (2010) señala que no sólo hay que enseñar principios conceptuales abstractos.

Igualmente resulta importante subrayar que el recurso relativo a introducir nombres de personas que se han dedicado a la ciencia, se propone principalmente al introducir nuevas ideas (FINPV) y en la formalización o reestructuración de ideas. Se emplean pocos casos de personas del ámbito de la ciencia, pero aparecen principalmente en el primer ciclo y en la fase de exploración. Su utilización es más significativa para actividades más complejas y abstractas, y en el tercer ciclo principalmente. Estas ideas implican que es posible que el alumnado asocie la historia de la ciencia a la abstracción y complejidad en la percepción del tiempo histórico, y, por otro lado, es posible que un conocimiento pobre y aislado de la historia de la ciencia influya en este hecho.

V.2. Con relación al segundo objetivo (O2) de la investigación.

V.2.1. Conclusiones vinculadas a las competencias cognitivas.

Los datos obtenidos tras el análisis de la muestra estudiada indican que el número de actividades dedicadas a cada una de las competencias cognitivas es diferente. Las competencias de mayor complejidad cognitivas, como podría ser el caso de la competencia “evaluar y crear”, presentan un menor número de actividades. Sin embargo, competencias de menor complejidad cognitiva, como

podría ser el caso de “identificar,...”, tiende a aparecer involucradas en un mayor número de actividades dirigidas a los tres ciclos de Educación Primaria.

Con relación al estudio realizado, no se ha considerado la influencia de la variable tema sobre las competencias cognitivas. No se han podido detectar tendencias definidas y no resulta posible establecer conclusiones claras.

Las diferencias entre los tres ciclos de Educación Primaria no parecen ser suficientes para suponer que hay variaciones significativas entre las evidencias recogidas para las competencias cognitivas. Las que corresponden a una mayor complejidad se desarrollan ligeramente en un mayor número de actividades en el tercer ciclo. Por el contrario, en el primer ciclo se plantean en mayor medida aquellas competencias cognitivas más simples.

Las diferencias son más importantes a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje, lo cual sería congruente con el supuesto de que las competencias cognitivas poseen diferentes características y complejidad, y en consecuencia se desarrollan en función de los aprendizajes científicos.

Para la fase de exploración se observa que existe una correspondencia entre la exigencia de las competencias cognitivas que se emplean en mayor número de actividades (“observar...”, “identificar...” y “elaborar hipótesis”) y el objetivo de la fase.

En la fase de introducción de nuevos puntos de vista se desarrollan varias competencias cognitivas, cuyas características son diversas y que se desarrollan en base a las características de las actividades. Son más simples o más complejas, y presentan un carácter dinámico ligado a las características de esta fase; por ejemplo “identificar,...”, “observar,...”, “analizar,...”, “elaborar hipótesis,...” o “calcular,...”.

En la fase de formalización las competencias cognitivas que se presentan en un mayor número de actividades son menores, y para su desarrollo se necesita una mayor abstracción y complejidad que las fases anteriores (por ejemplo “formalizar,...”, “identificar”, o “analizar”).

En la fase de aplicación y/o evaluación se desarrolla gran número de competencias cognitivas, con un grado elevado de complejidad. Con todo, y a pesar de desarrollarse un gran número de competencias, aquellas ligadas a la abstracción son mucho más escasas en las actividades.

Las características de cada competencia cognitiva están ligadas a su utilización en las actividades cada fase o, en menor medida en un ciclo de Educación Primaria. De esta manera, las evidencias recogidas muestran que la utilización de cada competencia parece vinculada al ciclo de aprendizaje, tal y como se presenta a continuación:

- “Observar,…” se emplea en los tres ciclos, tanto al inicio como al final del ciclo de aprendizaje.
- “Identificar,…” es una competencia más compleja y se desarrolla en un mayor número de actividades, con objetivos diversos y en diferentes momentos del ciclo de aprendizaje.
- La competencia “buscar” supone que las competencias comunicativas se dominan en mayor medida en el tercer ciclo. Está muy unida a la competencia “identificar,…” . Se emplea para introducir nuevas ideas (FINPV) o en menor medida en la fase FFS.
- La competencia “formalizar,…” implica una mayor capacidad de pensamiento abstracto, y se propone en la FFS y en mayor medida en el tercer ciclo.
- La competencia “relacionar,…” y “comparar,…” solicita establecer la atención sobre diferentes elementos y se emplea para introducir nuevas ideas (FINPV), y en mayor medida en el tercer ciclo.
- La competencia “clasificar” implica actividad y síntesis y se emplea introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación.
- La competencia “elaborar hipótesis” se emplea en la fase de exploración.

- La competencia “transferir,…” supone aplicar, predecir e inferir, y se emplea de modo creciente a lo largo de los ciclos, y en la fase de aplicación y/o evaluación debido a su complejidad.
- La competencia “analizar” se emplea en mayor medida en el tercer ciclo ya que está ligado a la descomposición de una situación, le confiere abstracción y complejidad, con lo que se emplea en mayor medida en la tercera fase (FFS).
- La competencia sintetizar está ligada a trabajar con fragmentos, partes y elementos, y dada su complejidad se utiliza especialmente en el tercer ciclo y en la fase de formalización (FFS)
- La competencia “organizar,…” es similar en los tres ciclos de Educación Primaria ligado a disponer los elementos, y debido a su complejidad se emplea conforme avanzan las fases del ciclo de aprendizaje.
- La competencia “calcular,…” se desarrolla de forma muy similar en los tres ciclos de Educación Primaria y las operaciones complejas implica una mayor utilización en la fase de aplicación y/o evaluación.
- La competencia “elaborar,…” supone elevada complejidad, ya que implica realizar varias operaciones. Por ello se emplea sobre todo en la fase de aplicación y/o evaluación.
- La competencia “diseñar, inventar” se relaciona con un alto grado de complejidad y aparece más frecuentemente en actividades del tercer ciclo, dado que al implicar un alto nivel de actividad se emplea más frecuentemente en las fases de introducción de nuevos puntos de vista y de aplicación y evaluación.
- La competencia “valorar,…” es, ciertamente una competencia compleja, que resulta ser más frecuente en el tercer ciclo y se emplea en la fase de aplicación por su mayor grado de complejidad.

- La competencia “establecer analogías,...” exige ajustar los modelos existentes y es, en consecuencia, una actividad compleja. Se emplea en el tercer ciclo, y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, dado su carácter dinámico y vinculación al trabajo relacionado con modelos.

V.2.2. Conclusiones vinculadas a las estrategias cognitivas

Aunque los datos presentados no permiten sostener el supuesto de que las diferencias entre los tres ciclos de Educación Primaria sean relevantes, lo cierto es que se puede afirmar que cada estrategia cognitiva se desarrolla de modo diferente en cada fase del ciclo de aprendizaje. De esta manera, las estrategias se pueden ordenar siguiendo el ciclo del aprendizaje, como se muestra a continuación:

- En la fase de exploración se recurre más frecuentemente a la estrategia de ajuste-adaptación.
- En la fase de introducción de nuevos puntos de vista las estrategias de categorización y elaboración resultan ser más comunes.
- En la fase de formalización o síntesis son las estrategias de formalización aquellas que aparecen más frecuentemente.
- Finalmente, en la fase de aplicación y evaluación las estrategias más recurrentes son las relativas a interpretación y organización del ajuste y creatividad.

Las observaciones aportadas por este estudio parecen indicar que en el primer ciclo se emplean en mayor número de actividades las estrategias de categorización. Otras estrategias (tales como las de formalización, de interpretación y relativas a ajuste-adaptación) se introducen de manera regular en todos los ciclos y fases, y de forma creciente en el primer, segundo y tercer ciclo. Las estrategias de ajuste-adaptación se emplean para generar modelos provisionales al inicio del ciclo de aprendizaje. Finalmente cabe destacar que son la estrategia de elaboración y la estrategia de organización del ajuste y creatividad aquellas que se utilizan en un menor número de actividades. Esta observación tal vez pueda estar relacionada con

el hecho de que la dinámica cognitiva del aprendizaje supone abstracción y complejidad.

V.2.3. Conclusiones relacionadas con el tipo de ciencia y competencias cognitivas

Las evidencias presentadas en esta tesis son coherentes con el supuesto de que el tipo de ciencia (hipotética, inductiva y deductiva) identificados en las actividades de la muestra están relacionadas con el desarrollo de diferentes competencias cognitivas. Tal y como menciona Astolfi (1999) en las actividades hipotéticas se desarrollan las competencias “Identificar,...”, “elaborar hipótesis” “relacionar,...” y “calcular,...”, y además estrategias tales como las de categorización, ajuste-adaptación, interpretación y formalización.

Sin embargo, en la muestra estudiada, en la fase de exploración y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista, las actividades inductivas aparecen relacionadas con las competencias “observar, ...” e “identificar, ...”, y con las estrategias de categorización.

Cabe destacar, sin embargo, que las actividades deductivas parecen favorecer el desarrollo de un mayor número de competencias cognitivas, tales como “identificar,...”, “formalizar,...”, “analizar”, “calcular,...” y “elaborar,...”. En relación a las estrategias cognitivas se desarrollan otras tales como las de categorización, formalización, interpretación y elaboración.

V.2.4. Conclusiones relacionadas sobre las personas que han hecho ciencia y competencias cognitivas

Las personas que se citan en las actividades y las competencias cognitivas aparecen más frecuentemente relacionadas con el tema o con la disciplina científica, y además con su nivel de concreción o abstracción. Las disciplinas ligadas con el estudio de la tierra y el universo aparecen ligadas con mayor frecuencia a las siguientes competencias cognitivas: “observar,...”, “buscar” y “elaborar,...”. Además, de igual modo estas personas están relacionadas con temas de mayor abstracción y complejidad como el electromagnetismo en el segundo, y principalmente en el tercer

ciclo. Este hecho obedece a la necesidad de introducir nuevas ideas y formalizar nuevos conceptos relacionándolas con dispositivos cotidianos.

V.3. Con relación al tercer objetivo (O3) de la investigación

V.3.1. Conclusiones vinculadas al desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas

En el conjunto de las actividades analizadas, las explicaciones resultan ser las competencias cognitivo-lingüísticas más empleadas. De esta manera esta competencia cognitivo-lingüística aparece relacionada con un 29,7% de las actividades examinadas. Izquierdo, Marzàbal, Márquez y Gouvea (2007) señalan que los textos en el aula se presentan frecuentemente a través de patrones retóricos como es el caso de la explicación. Además Macdonald y Pálsdóttir (2008) señalan, las explicaciones se utilizan en mayor medida para formalizar o sintetizar los contenidos (FFS).

Las descripciones presentan un nivel de exigencia inferior a las explicaciones, y a lo largo de del ciclo de aprendizaje se constata que estas se vinculan con actividades más dinámicas, más concretas y más simples (FINPV).

Los dibujos refuerzan la capacidad de comunicación. Se utilizan en mayor medida en actividades dirigidas al primer ciclo, por una parte, por tratarse de una edad en la que están aprendiendo a leer y a escribir, y, por otra parte para motivar y con el fin de motivar al alumnado, o de igual modo como estímulo para promover un aprendizaje significativo. Del mismo modo pueden ser utilizadas en actividades más complejas y más abstractas, que necesitan los dibujos y las representaciones esquemáticas de mayor abstracción, en la parte final del ciclo de aprendizaje (FFS y FAE). En la presente investigación se ha constatado que las imágenes se emplean desde el primer ciclo hasta el tercer ciclo, y a lo largo de las fases del ciclo de aprendizaje. De todos modos, los estudios de Berit Bungum (2008) señalan la importancia del tipo de imágenes, ya que un cambio de imágenes realistas a convencionales implica una menor participación del alumnado en las actividades.

Las actividades estudiadas muestran que las justificaciones se relacionan con la dificultad y las ideas implícitas que poseen, ya que se tratan de textos en los que asocian los hechos observados con su causa. Epistemológicamente se trata de una actividad cognitivo-lingüística fundamental en la ciencia, y de enorme complejidad debido a que se generan razones y se evalúa. Las evidencias también señalan la abstracción de estos textos, ya que se utilizan modelos teóricos. Este hecho se traduce en el resultado obtenidos con un mayor número de actividades para el tercer ciclo y para las fases segunda (FINPV) y cuarta (FAE) del ciclo de aprendizaje.

Por otra parte apenas se emplean las argumentaciones. Esta observación podría relacionarse con la escasa tradición o con su escasa utilización en los libros escolares. El empleo de argumentaciones implica un significativo esfuerzo conceptual, y la necesidad de recurrir a analogías y metáforas; razón por la cual, este tipo de estrategias suponen gran complejidad y alto nivel de abstracción. Cabe, con todo, señalar que las argumentaciones se emplean en mayor número de actividades al inicio del ciclo de aprendizaje, si bien el alumnado del Grado en Educación Primaria, no propone actividades con textos excesivamente complejos ni responden a problemas abstractos.

Por otra parte hay actividades en las que se proponen datos y hechos concisos y precisos. Suelen ser actividades de tipo memorístico que no implican un gran esfuerzo cognitiva y que, por ello, se introducen más frecuentemente en los primeros ciclos y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.

Finalmente, en la muestra estudiada, el nivel de complejidad y abstracción se refleja en el número de actividades diseñadas a lo largo de los ciclos de Educación Primaria y del ciclo de aprendizaje. Las descripciones se plantean entre las actividades más simples y concretas; la explicación entre las más abstractas, y las definiciones entre las más complejas ya que se emplea al final del ciclo de aprendizaje. La interpretación de dibujos y las justificaciones sin embargo, aparece en todos los ciclos y fases. Las argumentaciones se plantean sobre todo al principio del ciclo de aprendizaje.

V.3.2. Conclusiones relacionadas sobre el desarrollo de las competencias y estrategias cognitivas a través de las competencias cognitivo-lingüísticas

El estudio de las actividades diseñadas por el alumnado de grado incluido en la muestra permite comprender las estrategias o dinámicas cognitivas que proponen en sus propuestas didácticas. Las evidencias presentadas en este trabajo permiten apuntar las siguientes conclusiones:

- Las estrategias de categorización se desarrollan a través de las descripciones e interpretación de imágenes.
- Las estrategias de formalización se desarrollan a través de explicaciones, definiciones e interpretación de imágenes.
- Las estrategias de elaboración se desarrollan a través de explicaciones e interpretación de imágenes.
- Las estrategias de interpretación se desarrollan principalmente a través de justificaciones.
- Las estrategias de ajuste-adaptación se desarrollan a través de las explicaciones, descripciones y dibujos.
- Las estrategias de organización del ajuste y creatividad se desarrollan a través de las argumentaciones.

Por otra parte, en la muestra estudiada se observa que las competencias cognitivas se desarrollan de modo diferente en cada fase del ciclo de aprendizaje. De esta manera, en el presente estudio se constata que determinadas competencias cognitivo-lingüísticas permiten desarrollar un número significativo de competencias cognitivas. A continuación se presentan una descripción de las competencias cognitivas relacionadas con las competencias cognitivo-lingüísticas más frecuentes en el presente estudio:

- Descripción. “Observar,...”, “identificar,...”, “comparar,...”, “elaborar hipótesis”, “clasificar”, “analizar”, “transferir,..” y “calcular”.
- Explicación. “Identificar,..”, “buscar”, “formalizar”, “comparar,...”, “elaborar hipótesis”, “analizar”, “elaborar,...”, “diseñar,...”, “valorar,...”, “transferir,...”, “establecer analogías,...” y en menor medida “calcular,...”.

- Definición. “Sintetizar”, “transferir,...”, “calcular,...”, “elaborar,...”, “analizar” y “clasificar”.
- Interpretación de dibujos y fórmulas. “Identificar,...”, “observar,...”, “transferir,...”, “relacionar,...”, “comparar,...”, “clasificar”, “analizar”, “organizar,...”, “calcular,...”, “elaborar,...” y “establecer analogías,...”
- Justificación. “Elaborar hipótesis”, “relacionar,...” y “transferir,...”
- Argumentación. “Valorar,...”

V.3.3. Conclusiones relacionadas sobre el desarrollo de las competencias cognitivo-lingüísticas a través de los tipos de ciencia

Las secuencias didácticas analizadas emplean diferentes competencias cognitivo-lingüísticas. En el presente estudio se ha observado que estas dependen del tipo de ciencia correspondiente a cada actividad. Los datos presentados igualmente permiten indicar que el nivel de complejidad de la fase del ciclo de aprendizaje está en consonancia en el tipo de competencia lingüística que se ha utilizado. A continuación se presentan las competencias cognitivo-lingüísticas relacionadas con el tipo de ciencia más frecuente en la presente investigación:

- Las descripciones y las interpretaciones de dibujos se utilizan en los tres tipos de ciencia. Se emplean en la fase de exploración y en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.
- Las explicaciones suelen ser tanto hipotéticas como deductivas, y estas son empleadas en todas las fases.
- Se recurre a las definiciones, justificaciones y argumentaciones en las actividades deductivas y en las hipotéticas. Por otro lado, estas son utilizadas en la fase de exploración, en la de introducción de nuevos puntos de vista y, finalmente, en la fase de aplicación y evaluación.

V.3.4. Conclusiones relacionadas sobre el desarrollo de las competencias cognitivo-lingüísticas a través del empleo de personas que han hecho ciencia

Las evidencias presentadas a lo largo de esta tesis sería congruentes con la idea de Acevedo-Díaz, García-Carmona y Aragón (2017), que los textos utilizados en las

actividades deben reflejar las aportaciones humanizadas, críticas, reflexivas y multifacéticas de las mujeres y de los hombres que han hecho ciencia. En algunos textos las personas citadas en las actividades aparecen ligadas a la percepción (carácter inductivo) y, en otros casos, como Faraday y B. Franklin, a un texto argumentativo (carácter hipotético). Del mismo modo se emplean explicaciones a lo largo del ciclo de aprendizaje. Este hecho se debe a la complejidad del tema y también a la circunstancia de estar relacionadas con temas abstractos o con inventos o dispositivos eléctricos.

La razón del empleo de explicaciones parece estar relacionada con la necesidad de utilizar modelos teóricos con el fin de presentar o planificar ideas en actividades con personas pertenecientes al ámbito de la ciencia, para introducir nuevas ideas (FE y FINPV), o, finalmente, como aplicación de conceptos ya formalizados (FAE).

Las evidencias parecen señalar que influyen otros aspectos como el tema o la disciplina, los conocimientos del alumnado de grado y la cercanía al contexto tecnológicos.

V.4. Con relación al cuarto objetivo (O4) de la investigación.

V.4.1. Conclusiones vinculadas a los métodos de enseñanza y aprendizaje.

Las evidencias presentadas en esta tesis sugieren que influyen diferentes factores (su presencia en libros escolares, influencia de la enseñanza previa, conocimientos previos, nivel de complejidad, etc.) en la utilización de estrategias metodológicas.

Los resultados presentados en la presente memoria señalan que el alumnado de grado, al diseñar secuencias didácticas, utiliza diferentes métodos con diferentes frecuencias al diseñar las actividades:

- Las preguntas y la resolución de problemas se emplean en un gran número de actividades.

- El método expositivo, los trabajos prácticos, los juegos didácticos, la utilización de información de fuentes documentales, la realización de debates y el método de interpretación se utiliza en menor número de actividades.
- Las salidas al medio, las visitas a museos de ciencias, los proyectos y los relatos de ficción se emplean en muy pocas actividades.

Los datos obtenidos muestran que la variable fase del ciclo de aprendizaje influye sobre el número de actividades en el que se emplean los métodos de enseñanza:

- En la fase de exploración emplean principalmente preguntas, problemas, interpretación de imágenes y debates.
- En la fase de introducción de nuevos puntos de vista, además de preguntas y problemas, se utilizan trabajos prácticos, salidas al medio, utilización de información, debates, interpretación de imágenes, método expositivo, juegos y relatos de ficción.
- En la fase de formalización o síntesis emplean se proponen actividades con problemas, preguntas, el método expositivo y el método de interpretación de imágenes.
- En la fase de aplicación se emplean la resolución de problemas, las preguntas, los trabajos prácticos, la interpretación de imágenes, los juegos didácticos y la utilización de información.

Las evidencias muestran que la variable ciclo de Educación Primaria influye en menor medida en las estrategias metodológicas utilizadas en las actividades. Probablemente está influido por la complejidad, relación con la lectura y escritura, interacciones generadas en el aula o por aspectos motivacionales. Del primer ciclo al tercer ciclo se utilizan de modo creciente actividades con el método expositivo, el método de preguntas, el método de resolución de problemas, el método de utilización de información y el método de proyectos. En el primer ciclo se emplean

más trabajos prácticos, salidas al medio, juegos didácticos, debates, utilización de imágenes y relatos de ficción.

V.4.2. Conclusiones relacionadas sobre competencias cognitivas y métodos de enseñanza y aprendizaje.

Los datos presentados en el presente estudio son coherentes con la idea de que no todos los métodos desarrollan las mismas competencias. A continuación se señalan las competencias cognitivas que se desarrollan para cada uno de los métodos:

- El método expositivo desarrolla las competencias “formalizar, teorizar” y “sintetizar”. Del mismo modo desarrolla pero en un menor número de actividades “elaborar,...”, “analizar” y “establecer analogías...”.
- El método de preguntas y el método de resolución de problemas están presente en muchas actividades y desarrollan un gran número de competencias cognitivas: “identificar,...”, “elaborar hipótesis”, “relacionar,...”, “transferir,...”, “observar,...”, “comparar,...”, “sintetizar”, “valorar,...”, “establecer analogías,...” y “analizar”.
- Los trabajos prácticos están ligados con “observar,...”, “diseñar,...”, “identificar,...”, “analizar”, “comparar” y “clasificar”.
- Las salidas al medio y los museos son apropiados para las competencias “observación,..” y la “identificación,..”
- Los juegos didácticos son adecuados para implementar “identificar,...”, “transferir,...”, “calcular” y “establecer analogías,...”.
- El método de utilización de la información está ligado con las competencias “buscar”, “formalizar,...”, “analizar” y “elaborar,...”.
- El método de debates desarrolla “valorar,...” y “analizar”.

- El método de interpretación de imágenes implementa las competencias “analizar”, “identificar,...”, “observar,..”, “calcular,...” y “establecer analogías,...”
- El método de proyectos está relacionado con “establecer analogías,...” y “diseñar,...”.
- El método de relatos de ficción desarrolla las competencias “analizar”, “identificar,...” y “elaborar,...”

V.4.3. Conclusiones relacionadas sobre el desarrollo de estrategias cognitivas a través de los métodos de enseñanza y aprendizaje

Las evidencias presentadas en el presente estudio muestran que las estrategias cognitivas se desarrollan a través de diferentes métodos.

A partir de los resultados obtenidos se concluye que cada estrategia cognitiva se desarrolla en diferentes momentos del ciclo de aprendizaje. Las fases implican que cada método desarrolle diferentes aspectos cognitivos del aprendizaje. Los más importantes son los siguientes:

- Estrategias de categorización a través de preguntas, problemas, juegos, información, salidas al medio y trabajos prácticos, principalmente en la fase de introducción de nuevos puntos de vista.
- Estrategias de formalización mediante el método expositivo, o bien a través de la resolución problemas, y trabajos prácticos. Se plantea en la parte central (FFS) y final del ciclo de aprendizaje (FAE).
- Estrategia de elaboración con el método expositivo, preguntas y problemas, en la parte central (FFS) y final del ciclo de aprendizaje (FAE).
- Estrategias de interpretación a través de preguntas e imágenes al principio del ciclo de aprendizaje (FE y FINPV).

- Estrategias de ajuste-adaptación mediante preguntas y problemas, e imágenes al principio (FE) y al final del ciclo de aprendizaje (FAE).
- Estrategias de organización del ajuste y creatividad con preguntas y problemas, en todas las fases, pero principalmente al final del ciclo de aprendizaje (FFS y FAE).

V.4.4. Conclusiones relacionadas sobre competencias cognitivo-lingüísticas y métodos de enseñanza y aprendizaje

Los datos obtenidos a partir de las muestras analizadas en el presente estudio muestran una relación entre los métodos de enseñanza propuestos por el alumnado de grado con las competencias cognitivo-lingüísticas desarrolladas en las actividades. Las relaciones más importantes a las que se ha llegado en esta tesis son las siguientes:

- Método expositivo y método de utilización de información se emplean explicaciones.
- Método de preguntas y resolución de problemas se emplean descripciones explicaciones y definiciones. Las preguntas se emplean con textos justificativos y las preguntas sobre hechos. Los problemas están acompañados de imágenes.
- Los trabajos prácticos, museos y las salidas van acompañadas de descripciones. Las explicaciones poseen mayor relación con los trabajos prácticos.
- Los juegos didácticos y el método de interpretación están ligados a las descripciones, explicaciones e imágenes.
- Los debates están relacionados con las argumentaciones, y en menor medida con las explicaciones
- El método de interpretación está ligado a textos descriptivos, que suelen ir acompañados con imágenes.

- Los proyectos y los relatos de ficción están formados por textos explicativos.

Las actividades analizadas en el presente estudio permiten concluir que las fases en las que se ubican las actividades influyen en la relación entre la metodología empleada y los textos empleados en las actividades.

V.4.5. Conclusiones relacionadas sobre el tipo de ciencia y métodos de enseñanza y aprendizaje.

Las evidencias obtenidas tras el análisis de las actividades, muestran que el tipo de ciencia utilizado en las actividades está relacionado con los métodos propuestos. Los resultados obtenidos permiten concluir que el empleo de un mayor o menor número de métodos está ligado al tipo de ciencia utilizado.

Por otra parte, las evidencias obtenidas a partir de la muestra analizada muestra la influencia de las fases del ciclo de aprendizaje. Las evidencias permiten caracterizar las fases a través de las cuales se estructuran los aprendizajes.

Se concluye que la fase de exploración, que posee mayor carácter hipotético e inductivo, está ligada con el método de preguntas, con el método de resolución de problemas, con el método de debates y con la interpretación de imágenes. Igualmente de la muestra analizada se concluye que la introducción de nuevas ideas se produce según diferentes tipos de ciencia, con trabajos prácticos e imágenes en actividades inductivas. Finalmente las actividades de la fase de formalización o síntesis y de la fase de aplicación y/o evaluación están relacionadas con actividades deductivas y se emplean diferentes estrategias metodológicas.

V.4.6. Conclusiones relacionadas sobre métodos de enseñanza y aprendizaje y personas que han hecho ciencia

Las evidencias y los datos obtenidos tras el análisis de la muestra, permite concluir que emplear en las actividades personas del ámbito de la ciencia, implica que, se emplean métodos de utilización de la información, preguntas, resolución de problemas y método de debates.

Aunque en la actualidad se potencian los relatos de ficción para mostrar las actividades realizadas por las personas del ámbito de la ciencia (por ejemplo el Teatro científico y cómic para celebrar el papel de la mujer en la Ciencia y estimular vocaciones STEM entre niñas y niños, 2020), en la muestra estudiada no se ha constatado el empleo del método de relatos de ficción. Se pueden emplear experiencias globalizadoras como la propuesta por Jiménez Liso y Sánchez Guadix (2001) con el fin de superar la abstracción, y complejidad de los conceptos y teorías. Para ello de la muestra utilizada se deduce que se emplean métodos como la utilización de información y debates.

V.5. Con relación al quinto objetivo (O5) de la investigación.

V.5.1. Conclusiones vinculadas a la perspectiva del discurso.

Las evidencias y los datos obtenidos tras el análisis de la muestra, permite concluir que el alumnado de grado propone tanto actividades directivo-autoritarias como dialógicas.

Estas evidencias están en línea con el análisis de las interacciones comunicativas en el aula de ciencias de Ruiz Ortega y Tamayo Alzate (2013), el aprendizaje generado a través del diálogo posee un carácter más cognitivo, que se engarza mejor en la mente del alumnado.

El presente estudio concluye, a partir del estudio de la muestra estudiada, que las actividades dialógicas son más numerosas y que se plantean para la fase de exploración, para la fase de introducción de nuevos puntos de vista y para la fase de aplicación y/o evaluación. Por otra parte las actividades autoritarias o directivas se plantean en mayor número en la fase de formalización o síntesis. Se concluye que la fase del ciclo de aprendizaje influye en el empleo de la perspectiva del discurso.

V.5.2. Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y métodos de enseñanza y aprendizaje

Los datos obtenidos tras el análisis de la muestra, permite concluir el diseño de actividades del alumnado de grado a través de interacciones en el aula, favorece el

empleo de unas determinadas metodologías. Sin embargo la enseñanza autoritaria o directiva plantea el empleo de mayor número de métodos. Estudios como los de Ruiz Ortega y Tamayo Alzate (2013) analizan la enseñanza dialógica, pero el número de métodos que emplean en dichos estudios son muy reducidos.

V.5.3. Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y competencias cognitivas

Los resultados obtenidos a partir de la muestra estudiada, indican que la construcción del discurso científico autoritario-directiva desarrolla las competencias cognitivas de forma menos equilibrada, y que son competencias de un carácter cognitivo menos complejo. Esta conclusión está de acuerdo con la línea seguida por Candela Martin (1991), Mortimer y Scott (2003) y por Ruiz Ortega y Tamayo Alzate (2013).

Las evidencias obtenidas, están de acuerdo con la propuesta de estos autores, ya que aunque la perspectiva dialógica emplea menor número de métodos, favorece el desarrollo de mayor número de competencias cognitivas.

V.5.4. Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y estrategias cognitivas

Las evidencias recogidas en la presente investigación, están de acuerdo con las estrategias cognitivas desarrolladas en las secuencias didácticas que configuran la muestra estudiada. De acuerdo a las propuestas de Candela Martin (1991) y Mortimer y Scott (2003), en las actividades dialógicas se desarrollan estrategias cognitivas de mayor complejidad.

Los datos recogidos no muestran excesivas diferencias entre los tres ciclos de Educación Primaria, pero se concluye la fase del ciclo de aprendizaje influye en el desarrollo de estas estrategias cognitivas.

V.5.5. Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y competencias cognitivo-lingüísticas

Los resultados obtenidos tras el análisis de las muestras, conducen a que en las actividades dialógicas y directivas se proponen textos descriptivos, explicativos, definiciones y dibujos. De acuerdo a Candela Martín (1991), Mortimer y Scott (2003) y por Ruiz Ortega y Tamayo Alzate (2013), también se concluye que las justificaciones y las argumentaciones, debido al diseño de las actividades, se plantean en mayor número en las actividades dialógicas.

Además los resultados obtenidos en la presente investigación, y a la vista de las características de las fases del ciclo de aprendizaje, se concluye que se utilizan diferentes competencias cognitivo-lingüísticas a lo largo del ciclo de aprendizaje. Las evidencias muestran que los dibujos no son tan característicos de los discursos dialógicos en el aula en las fases centrales (FINPV y FFS) del ciclo de aprendizaje.

V.5.6. Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y tipo de ciencia utilizada en las secuencias didácticas

A partir de los datos de la presente investigación, se sugiere que el tipo de ciencia está en consonancia con la perspectiva del discurso utilizada. Los resultados indican que la perspectiva autoritaria supone un menor número de actividades hipotéticas y un mayor número de actividades deductivas, principalmente en las actividades diseñadas para tercer ciclo de Educación Primaria. Las actividades inductivas decrecen en ambas perspectivas, y se incrementa el número de actividades deductivas en ambas perspectivas desde el primer hasta el tercer ciclo. Se concluye a partir de estos datos la influencia de la naturaleza de la ciencia en las actividades diseñadas para las dos perspectivas del discurso.

Igualmente las evidencias obtenidas en la muestra analizada en la presente investigación, están en la línea con la idea de que el tipo de ciencia influye, tanto respecto al ciclo de Educación primaria, como a la fase del ciclo de aprendizaje, en el planteamiento de las actividades dialógicas y directivas diseñadas.

V.5.7. Conclusiones relacionadas sobre perspectiva del discurso y personas que han hecho ciencia

Las evidencias recogidas en la presente tesis doctoral están en consonancia con la influencia de diferentes factores, a la hora de utilizar personas del ámbito de la ciencia en las actividades diseñadas. La muestra utilizada da como resultado, una perspectiva más de tipo directivo en el primer y segundo ciclo.

Los resultados de la presente investigación están en consonancia con la influencia de otras variables, como el ciclo al que van dirigidos, la disciplina o el tema, y la ubicación de la actividad en el ciclo de aprendizaje. El diseño de la investigación, no permite establecer las variables que influyen en los resultados.

V.6. Limitaciones de la investigación

El proyecto de investigación detallado en esta síntesis ha logrado reunir un conjunto de evidencias y sustentar unas conclusiones de interés para la orientación del alumnado de Educación Primaria a la hora de diseñar unidades didácticas. Sin embargo, no se puede obviar las limitaciones del trabajo de investigación desarrollado, las cuales se detallan a continuación:

1.- La primera limitación consiste en que no se han podido comparar los resultados con un grupo control. La investigación se ha realizado cumpliendo un gran número de requisitos. No era ético plantear diferentes tipos de enseñanza en dos grupos diferentes, y así no desarrollar de modo igualitario la guía docente.

2.- Por otra parte no se han podido analizar libros de texto del mismo modo, ya que asignar tipos de actividad a actividades de estos materiales escolares hubiese supuesto no realizar una comparación adecuada, y no haber podido comparar los resultados.

3.- Se han categorizado las competencias cognitivas en un grupo amplio de categorías. Se ha tenido que limitar el número de competencias cognitivas.

4.- Algunas competencias cognitivas y cognitivo-lingüísticas son específicas, y es posible que no se debieran haber contemplado. Se ha tomado la decisión de añadirlos para tratar de abarcar el mayor número posible de competencias.

5.- No ha sido sencillo diferenciar las competencias cognitivo-lingüísticas y las competencias cognitivas. La frontera es, a veces, difusa.

6.- No se han podido incluir en esta memoria datos de secuencias didácticas de secundaria.

7.- Debieran haberse controlado con más cuidado las variables independientes. Ha sido uno de las lagunas de la investigación realizada. No se empleó una ficha para el alumnado, ya que es reticente a proporcionar sus datos.

8.- No se ha podido realizar una encuesta de opinión al alumnado para detectar sus concepciones sobre la elaboración de secuencias didácticas.

9.- No ha sido posible detallar en esta memoria resultados obtenidos sobre aspectos específicos de los métodos de enseñanza y aprendizaje.

10.- Los grupos han estado formados mayoritariamente por mujeres, se han realizado en euskara, han sido grupales y no se ha podido detectar cuales corresponden a titulados y cuales a alumnado de primer ingreso en la universidad.

V.7. Conclusiones y propuestas de cara a un futuro

Tal y como se indica en diferentes apartados, los resultados de la presente investigación recogidos en la presente memoria se han planteado como punto de partida para analizar, reflexionar y debatir, el diseño de secuencias didácticas por parte del alumnado de grado en Educación Primaria. Esta investigación, puede completarse, ampliarse y mejorarse en un gran número de aspectos. En este apartado hacemos mención a algunas propuestas generales de cara al futuro:

1.- Analizar en profundidad los datos correspondientes a Educación Secundaria (Etxabe Urbieto, 2018c).

2.- Profundizar aspectos específicos correspondientes a las estrategias metodológicas y didácticas: Tipos de trabajos prácticos, tipos de preguntas, tipos de texto, tipos de imágenes y actividades grupales y no grupales

3.- Realizar una encuesta de opinión al alumnado para conocer sus concepciones al elaborar secuencias didácticas.

4.- Analizar libros escolares y comparar con los resultados de la presente investigación, con la hipótesis de que la tipología de actividades será diferente.

5.- Comparar datos de diferentes temas y superar las dificultades observadas al realizar la presente investigación en relación a esta variable.

6.- Analizar el orden de las actividades que configuran las secuencias didácticas adaptando por ejemplo los métodos de Mortimer Scott (2003) o Ramos, Domínguez y Stipcich (2020) y su influencia en las competencias cognitivas y cognitivo-lingüísticas.

En esta investigación se han analizado en profundidad las secuencias didácticas de Ciencias de la Naturaleza, diseñadas por el alumnado de grado, para obtener evidencias que ayuden a comprender el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza. Los libros escolares, las opiniones del alumnado, analizar tema a tema o seguir el desarrollo de las actividades a través de las propuestas de interacciones en el aula son otros temas de investigación, que necesitarán otra metodología y, sin duda, ofrecerán resultados interesantes. Pero esto se realizará en futuras investigaciones.

TESIS DOCTORAL
Análisis del Diseño de Secuencias Didácticas
Relativas a la Enseñanza de las Ciencias
en el Grado en Educación Primaria

CAPÍTULO

VI

Bibliografía

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFIA

Se ordenan alfabéticamente, los autores con más de una referencia se ordenan por número de autores, y finalmente por fecha de publicación.

A

Acevedo J. A. (1996). La Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria y la Educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*. 25, 131-144 Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/117909.pdf>

Acevedo-Díaz J. A., García-Carmona A., Aragón, M. M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, 28,(3), 140-146

María del Mar Aragón, Adúriz-Bravo A. (1999). La didáctica de las ciencias como disciplina. *Enseñanza*, 17-18, 61-74.

Adúriz-Bravo A. (1999). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Adúriz-Bravo A. e Izquierdo-Aymerich M.(2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1 (3), 130-140.

Adúriz-Bravo A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2003). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias* 1 (3), 130-140.

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias [en línea]*. 4(1), 40-49. [fecha de

Consulta 12 de Marzo de 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273320452005>

- Adúriz-Bravo A., Izquierdo-Aymerich, M. Estany A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de Ciencias en formación. *Enseñanza de las Ciencias* 20 (3), 465-476.
- Aguirre, J. M. Haggerty, S. y Linder, C. J. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education, *International Journal of Science Education*, 12(4), 381-390.
- Aliberas, J., Gutiérrez, R., Izquierdo, M. (1989). Modelos de aprendizaje en la didáctica de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 9, 17-24.
- Allal, L. (1988). "Vers un élargissement de la pédagogie de maîtrise: processus de régulation interactive, rétroactive et proactive". En Huberman, M. (ed.). *Assurer la réussite des apprentissages scolaires. Les prepositions de la pédagogie de maîtrise*, 86-126. París: Delachaux et Niestlé.
- Allal, L. (1991). *Vers une pratique de l'évaluation formative*. Bruselas: De Boeck.
- Alonso M. (1994). *La evaluación en la enseñanza de la física como instrumento de aprendizaje*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Recuperado de <http://www.meet-physics.net/recerca-didactica/tesiManolo/tesisManoloWord.pdf>
- Álvarez Lires, M., Nuño Angós, T. y Solsona Pairó, N. (2003). *Las científicas y su historia en el aula*. Madrid: Editorial Síntesis
- Ametller, J. (2011). Enseñanza dialógica en la construcción del conocimiento Físico y Químico. En *Didáctica de la Física y de la Química*.(Caamaño, A. coordinador). Barcelona:Editorial Graó. Número 5. II.
- Anderson, R. D., y Mitchener, C. P. (1994). Research on science teacher education, in handbook of research. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*, 3-37. New York: Macmillan.

- Angulo, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias. Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición*. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Angulo F. y García M. P. (1996a). *Aprender a enseñar ciencias: una propuesta basada en la autorregulación* *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 1(0), 1997
- Angulo, F. y García, M. P. (1996b). La autorregulación de los aprendizajes: una estrategia para la formación del profesorado. *Alambique*, 9, 91-101.
- Angulo, F. y García, M. P. (2001a). La interacción social como motor de la metacognición. *Actas Congreso Nacional de Didácticas Específicas*. Grupo Editorial Universitario II, 549-1560.
- Angulo, F., y García, M. P. (2001b). Dime cómo Evalúas y te diré cómo Enseñas Ciencias. VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Retos de la Enseñanza de las Ciencias en el S. XXI, *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona.
- Astolfi, J.P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 206-216.
- Astolfi, J.P. (1999). *El error, un medio para enseñar*. Colección: Investigación y enseñanza, 15. Sevilla: Ed. Díada.
- Astolfi, J.-P. y Develay, M. (1989). *La didactique des sciences*. París: PUF.
- Arias M. D, Flores A. y Porlán R. (2001). *Redes de Maestros : una Alternativa para la Transformación Escolar*. Sevilla: Ed. Díada.
- Aubert, A., Flecha, A., García, C., Flecha, R. y Racionero, S. (2010). Aprendizaje dialógico en la sociedad de la información. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(1), 146-148.
- Ausubel D., Novak J. D. y Hanesian H. (1978). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Mexico: Editorial Trillas.

Azcarate P., Martin Del Pozo R., Porlán R. (1998). Una Perspectiva Epistemológica para Analizar y Transformar la Formación Inicial del Profesorado. *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*. Murcia. 171-177.

B

Bachelard, G. (1938). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.

Baird, J.R. (1986). Improving Learning through enhanced Metacognition: a classroom study. *European Journal of Science Education*, 8(3). 263-282.

Baird, J.R., Fensham, P.J., Gunstone, R.F. y White, R.T. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (2), 163-182.

Baird, J. R., y Northfield, J. R. (1992). *Learning from the PEEL experience*. Melbourne: Monash University Printing.

Barberá, O. (1989). Aproximación a los procesos de creatividad científica. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 1, 37-41.

Barberá, O. (1992). El papel que desempeñan las teorías en la Biología. *Enseñanza de las ciencias*, 10(1), 32-36.

Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 365-379

Barrutia Sarasua, O., Otermin Lizarralde, O., Sanz Alonso, J., Etxabe Urbietta, J. M. (2015). Análisis de secuencias didácticas elaboradas por alumnado de grado de educación infantil: En Cruz, J. y Díaz, M (coord.) *Investigar en psicodidáctica: una realidad en auge psikodidaktikako ikerketa gorabidean* (Coord. Cruz, J. y Díaz, M.) 276-298, Leioa: argitalpen zerbitzua servicio editorial Universidad del País Vasco.

- Bungum, B. (2008). Imaging the nature of physics: an explorative study of the changing character of visual images in Norwegian physics textbooks. *Nordina, Nordic Studies in Science Education*, 4 (2), 132-141.
- Bibiloni, G. (2000). *Llengua estàndard i variació lingüística*. Valencia: Eliseu Climent.
- Black P. J. y Lucas A. M. (1993). *Childrens's informal ideas in Science*. London: Routledge.
- Black, P. J. y Wiliam, D. (1998). Assessment and clasroom learning. *Assesment in Education*, 5(1), 7-74.
- Bliss, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research*. London: Croom Helm.
- Bliss, J., Ogborn, J. y Grize, F. (1979). The analysis of qualitative data. *European Journal Science Education*, 1(14), 427-440.
- Boulter, C. (2000). Lenguaje, models and modelling in the primary science classroom. En J.K Gilbert y C.J. Boulter (eds.) *Developing Models in Science Education*, 289-305. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 6(1), 19-29.
- Briscoe C. y Peters, J. (1993). Teacher collaboration across and within schools: Supporting individual change in elementary science teaching. *Science Education*, 81(1), 51-65.
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en didactique en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4,(2), 165–198.
- Bruner, J. (1997). *La construcción narrativa de la realidad*. En Bruner (ed.) *La educación puerta de la cultura*. Editorial Aprendizaje Visor: Madrid.
- Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Buenos Aires: Siglo XX.
- Bunge, M. (1981). *La Ciencia. Su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo XX.

- Burbules, N. y Linn, M. (1991). Science education and philosophy of science: congruence or contradiction? *International Journal of Science Education*, 13(3), 227-241.
- Burciaga, J. R. (2007). Revisión de un amor por el descubrimiento: educación científica: la segunda carrera de Robert Karplus por Robert G. Fuller. *American Journal Physics*, 75 (4): 383–384.
- Buty, C., y Mortimer, E. (2007). Dialogic/authoritative discourse and modelling in a high school teaching sequence on optics. *International Journal of Science Education*, (12), 1635 – 1660.
- Buty, C., Tiberghien, A. y Le Maréchal, J. F. (2004). Learning hypothesis and an associated tool to analyse teaching-learning sequences. *International Journal of Science Education*, 26(5), 579-604.
- Bybee, R. (1993). *Reforming Science Education (Early Childhood Education Series)*. New York: Teachers College Press.

C

- Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de Innovación Educativa*. 9, 61-68.
- Caamaño, A. (1998). Problemas en el aprendizaje de la terminología científica. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (17), pp. 5-10.
- Caamaño, A. (2003a). Modelos híbridos en la enseñanza y el aprendizaje de la química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 35, 70-81.
- Caamaño, A (2003b). Los trabajos prácticos en ciencias. En: Jiménez-Aleixandre, M.P. (coord.). *Enseñar ciencias*, 95-118. Barcelona: Editorial Graó.
- Caamaño, A. (2012). La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia, en

- Pedrinaci, E. y otras (coord.): *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona. Graó.
- Caamaño, A. (2013). El carácter interpretativo del lenguaje científico. *Textos*, 64, 9-22.
- Caamaño, A. y Irazoque, G. (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la terminología química: magnitudes y símbolos». *Educació Química EduQ*, (3), 46-55.
- Cabrera Castillo H. G. (2019). *Promoción y desarrollo de habilidades cognitivolingüística*. Chile: Editorial Programa Editorial Universidad del Valle
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas?. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18, 2, 155-169.
- Candela Martín, M. A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Journal for the Study of Education and Development, Infancia y Aprendizaje*, 55, 13-28.
- Cantó Doménech, J., de Pro Bueno, A. y Solbes, J. (2016). ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50.
- Cañal, P. y Porlán, R. (1987). Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo, *Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 89-96.
- Cañal, P. y Porlán, R. (1988). Bases para un programa de investigación en tomo a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 54-60.
- Carlsen, W. S. (2007). Language and science learning. In S. Abell y N. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*, 57-74. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Carnicer, J. y Furió, C. J. (2002). La epistemología docente convencional como impedimento para el cambio. *Investigación en la Escuela*, 47, 33-52.
- Castaño E., Cuello A., Gutiérrez N., Rivero A., Sampedro C. y Solís E. (en línea). *Informe Educación y Cultura Científica I Centenario de la Teoría Especial de la Relatividad. Junta de Andalucía*. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/educacion/www/portal/com/bin/relatividad/Contenidos/Documentos/Documentos Debate/DOCUMENTO1/documento_completo_abril.pdf
- Chica Cañas, F. J. (2007). Factores de la enseñanza que favorecen el aprendizaje autónomo en torno a las actividades de aprendizaje. *Reflexiones Teológicas*, 6, 167-195.
- Chalmers, A. (1984). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Editorial siglo XXI.
- Chalmers, A. (1992). *La ciencia y cómo se elabora*. Madrid: Editorial siglo XXI.
- Claxton, G. (1987). *Vivir y aprender. Psicología del desarrollo y del cambio en la vida cotidiana*. Madrid: Alianza Editorial.
- Claxton, G. (1994). *Educación mentes curiosas*. Madrid: Visor.
- Cleminson, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 429- 445.
- Coll, C (1987). *Psicología y currículum: una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar*. Barcelona: Laia, 1987.
- Córdoba Martínez, F., Castelblanco Castro, J. L., y García-Martínez, A. (2018). Desarrollo de las habilidades cognitivolingüísticas en ciencias bajo la modalidad de educación virtual a distancia. *Enseñanza de las ciencias*, 36(3), 163-178.
- Cronin-Jones, L (1991). Science teacher beliefs and their influence on curriculum implementation: Two case studies. *Journal Research Science Teaching*. 28, 3, 235-250.

Custodio, E. y Solsona N. (2003). Justificar: explicar el perquè del perquè. En Sanmartí, N. (coord), Calvet, M., Custodio, E., Estanya, J. L., Franco, R., García, M.P., Izquierdo, M., Márquez, C., Oliveras, B., Ribas, N., Roca, M., Sardà, A., Solsona, N. y Via, A *Aprender Ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Asociacion de maestros Rosa Sensat.

Custodio, E, Márquez, C. y Sanmartí, N. (2015). Aprender a justificar científicamente a partir del estudio del origen de los seres vivos. *Enseñanza de las ciencias*. 33(2), 133-155.

D

Deulofeu J., Márquez C. y Sanmartí N. (2010). Formar profesores de secundaria. *Cuadernos de pedagogía*, 404, 80-84.

Díez-Palomar J., García Wehrle, P., Molina Roldán, S. y Rué Rosell L. (2010). Aprendizaje dialógico en las matemáticas y en las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 67 (24,1), 75-88.

Dreyfus, A., Jungwirth, E. y Eliovith, R. (1990). Applying the -cognitive conflict-strategy for conceptual change. Some implications, difficulties, and problems, *Science Education*, 74 (5), 555-569.

Driver, R. (1986). Psicología Cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*. 4(1), pp 3-15.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del curriculum en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 6, (2), 109-120.

Driver, R. y Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

Driver R., Guesne E., Tiberghien A. (1989). *Ideas Científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid: Editorial Narcea.

- Driver, R., Leach, J., Millar, R. y Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Driver, R., Squires A., Rushworth P. y Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria: investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.
- Duit, R. (2006). La investigación obre enseñanza de las ciencias. Un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 741-770.
- Dumas-Carré, A., Furió Mas, C. y Garret, R. (1990). Formación inicial del profesorado de ciencias en Francia, Inglaterra y Gales y España. Análisis de la organización de los estudios y nuevas tendencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 274-281.
- Duschl, R. A. (1985). Science Education and Philosophy of Science: Twenty-five years of mutually exclusive development. *School Science and Mathematics*, 85, 541-555.
- Duschl, R. A. (1995). Mas allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 3-14.
- Duschl, R. A. (1997). *Renovar la enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- Duschl, R. y Gitomer, D. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice, *Journal for Research in Science Teaching*, 28 (9), 839-838.
- Duschl, R. A., Hamilton, R. y Grandy, R. E. (1990). Psychology and epistemology: match or mismatch when applied to science education?. *International Journal of Science Education*, 12 (3), 230-243.

E

- El hajjami, A. , Lahlou, F., Benyamna, S. y Tiberghien A. (1999). Élaboration d'une méthode d'analyse des discours d'enseignants ; cas de l'énergie Elaboration of a method to analyse physics teachers'discourse; case of energy. *Didaskalia* 15, 59-86.
- Enesco, I. (2003). *El desarrollo del bebé. Cognición, emoción y afectividad*. Madrid: Alianza editorial.
- Enesco, I. y Delval, J. (2006a). Módulos, dominios y otros artefactos. Las explicaciones sobre el origen del conocimiento en la psicología actual *Infancia y Aprendizaje*, 29(3) 249-268.
- Enesco, I. y Delval, J. (2006b). Conocimiento innatoversus desarrollo del conocimiento. Respuesta a los comentarios. *Infancia y Aprendizaje*. 29, (3), 289-296.
- Erickson, K. A., y MacKinnon, A. M. (1991). Seeing classrooms in new ways: On becoming a science teacher. In D. Schön (Ed.), *The reflective turn: Case studies in professional practice*, 15-36. New York: Teachers College Press.
- Ericsson, K. A., y Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211–245.
- Eshach H. y Fried M. N. (2005). Should Science be Taught in Early Childhood? *Journal of Science Education and Technology* 14(3),315-336.
- Espinet, M. (1995). El papel del cuento como medio de aprendizaje de las ciencias en la educación infantil. *Revista Aula*. 44, 59-64.
- Estany A. (1990). *Modelos de cambio científico*. Editorial Crítica: Barcelona.
- Estany A. (1993). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Editorial Crítica: Barcelona.
- Estany A. e Izquierdo-Aymerich, M. (1990). La evolucion del concepto de afinidad analizada desde el modelo de S. Toulmin. *LLULL*, 13, 349-378.

- Estany, A. e Izquierdo-Aymerich M. (2001). *La didactología una ciencia de diseño. Series Filosóficas*, 14. UNED Facultad de Filosofía. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:Endoxa-200172BFF007-AF6C-EFD0-B458-DF513B79020F&dsID=didactologia_una.pdf
- Estanya, J. L. y Màrquez, C. (2003). Dibuixar: Ampliar el camp comunicatiu. En Sanmartí, N. (coord), Calvet, M., Custodio, E., Estanya, J. L., Franco, R., García, M.P., Izquierdo, M., Màrquez, C., Oliveras, B., Ribas, N., Roca, M., Sardà, A., Solsona, N. Y Via, A *Aprendre Ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Asociacion de maestros Rosa Sensat.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2001a). Trabajos prácticos como recetas y como investigaciones. *Revista de psicodidáctica*. 11-12, 87-96.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2001b). Hacia una epistemología para la didáctica de la tecnología. En Perales Palacios F. J. (coord.) *Las didácticas de las áreas curriculares en el siglo XXI*. Granada: Universidad de Granada. 365-377.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2001c). Estrategias metodológicas utilizadas por maestros y maestras en formación al elaborar la estructuración de los aprendizajes en educación Primaria *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra, I, 467-468.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2003a). Estrategias metodológicas utilizadas por alumnos y alumnas de las titulaciones de maestro de Educación Especial al diseñar actividades de ciencias de la naturaleza En *Csic en la Escuela* (coord.). *2º congreso las ciencias en las primeras etapas de la educación*. 59-67 Madrid:Edebe CSIC.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2003b). Diseño de secuencias didácticas de ciencias de la naturaleza en educación primaria. temas y organizaciones grupales de maestros y maestras en formación En *CSIC en la Escuela* (coord.). *2º congreso las ciencias en las primeras etapas de la educación*. 67- 78 Madrid:Edebe CSIC.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2004). Importancia y utilización de diferentes estrategias metodológicas por maestros y maestras en formación al diseñar secuencias didácticas de ciencias de la naturaleza. En Díaz Palacio, P., Echevarria Ugarte,

I., Etxabe Urbietta, J. M., Fernández Alonso, M. D., Maguregi Gonzalez, G., Morentin Pascual, M., Perales Palacios, F. J., Uskola Ibarluzea A., (Coord). *La didáctica de las ciencias ante las reformas educativas y ante la convergencia europea*, 121-134. Leioa: Servicio editorial de la Universidad del País Vasco.

Etxabe Urbietta, J. M. (2005a). Concepciones del alumnado de bachillerato sobre problemas ambientales atmosféricos relacionados con la emisión de gases en vehículos actuales de combustión interna. *Enseñanza de las ciencias*, Número extra. VII CONGRESO.

Etxabe Urbietta, J. M (2005b). Between the development of competencies cognitive linguistics and the methodological strategies when designing didactic sequences on nature science teachers training En Pinto, R., Couso, D. *Cresils- Proceedings 6thESERA conference*, Barcelona, Spain 546-551, Barcelona: Universidad Autonoma de Barcelona.

Etxabe Urbietta, J. M. (2006a). Utilización de competencias cognitivo-lingüísticas y métodos al diseñar secuencias didácticas de Ciencias de la Naturaleza. En *Educación científica. Tecnologías de la información y la comunicación y sostenibilidad*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Etxabe Urbietta, J. M. (2006b). *Natur zientzien eta teknologiaren didaktika ECTS kredituaren ikuspegitik*. Donostia : J.M. Etxabe, 2006.

Etxabe Urbietta, J. M (2008a). Asignatura didáctica del conocimiento del medio físico natural en base al crédito ects. En CSIC escuela, *4º congreso las ciencias en las primeras etapas de la educación*. 70-78 Madrid: Servicio de Publicaciones del CSIC en la Escuela.

Etxabe Urbietta, J. M (2008b). Innovación docente al utilizar mapas conceptuales en la docencia universitaria de la asignatura didáctica del conocimiento del medio físico-natural En Gonzalez Pienda J. A (Coord). *V congreso internacional psicología y educación: los retos del futuro*. 353-362. Oviedo: ediciones de la universidad de Oviedo.

Etxabe Urbietta, J. M (2008c). Innovación docente sobre liderazgo y comunicación en el aula En Coord Gonzalez Pienda J. A. (Coord) *V congreso internacional*

psicología y educación: los retos del futuro. 166-177. Oviedo: ediciones de la universidad de Oviedo.

Etxabe Urbietta, J. M (2008d). Competencias cognitivo lingüísticas y estrategias metodológicas al diseñar secuencias didácticas de ciencias de la naturaleza En CSIC Escuela. (Coord) CSIC en *la Escuela. 4º congreso a ciencia en las primeras etapas de la educación*. 166-177. Madrid: CSIC en la Escuela.

Etxabe Urbietta, J. M (2008e). Competencias cognitivo-lingüísticas utilizados por el alumnado de la asignatura didáctica del conocimiento del medio físico natural al diseñar secuencias didácticas. En Coord Gonzalez Pienda J. A (Coord) *V congreso internacional psicología y educación: los retos del futuro*. 344-353. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.

Etxabe Urbietta, J. M (2008f). Relación entre la utilización de las TIC y las competencias cognitivo-lingüísticas del alumnado de titulaciones de maestro de educación primaria al diseñar secuencias didácticas En Correa Gorospe, J. M. *e-learning: desafíos y oportunidades en universidad y aprendizaje permanente*, 213 -223 Leioa:Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

Etxabe Urbietta, J. M. (2008g). *Natura zientziak lehen mailako ikasgelan. I.atala. Irakaskuntza eta ikaskuntza*. <https://ocw.ehu.eus/course/view.php?id=136>

Etxabe Urbietta J. M. (2008h). Género y ciencia en la formación del profesorado. En GENCIBER Consuelo Miqueo Miqueo (edit), María José Barral Morán (ed. lit.), Carmen Magallón Portolés (ed. lit.), *Estudios iberoamericanos de género en ciencia, tecnología y salud*: 531-536. Zaragoza:Universidad de Zaragoza.

Etxabe Urbietta, J. M. (2009a). Aprendizaje de la meteorología mediante las herramientas de euskalmet. *Alambique*, 61, 87-95.

Etxabe Urbietta, J. M. (2009b). Edición de videos digitales en la formación del profesorado. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Nº Extra 0, VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 1284-1288.

- Etxabe Urbieta, J. M. (2010). Utilización de las NTIC y competencias cognitivas en el diseño de secuencias didácticas. (Coord. Castaño C.) *Eduotec 2010*, Leioa: servicio editorial de la universidad del País Vasco.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2012a). *Natur zientziak lehen mailako ikasgelan*. 1-218. Leioa: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2015). Análisis de los tipos de preguntas empleado por el profesorado en formación de secundaria al diseñar secuencias didácticas de ciencias experimentales. En (coord. Iglesia P.), *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, 245-255 Ourense: Editorial Educacion Editora.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2016a). Innovación docente en la enseñanza y en el aprendizaje de “la luz” en el grado en educación primaria. En *Edunovatic 2016. Conference Proceedings: 1st Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 161-170.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2016b). La enseñanza dialógica y directiva por maestros y maestras en formación. En *Edunovatic 2016. Conference Proceedings: 1st Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 151-160.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2017a). Enseñanza y aprendizaje del tema “El Sonido” en el Grado en Educación Primaria. En David Cobos Sanchiz (coord.) Eloy López Meneses (coord.) Antonio Hilario Martín Padilla (coord.), Laura Molina García (coord.), Alicia Jaén Martínez (coord.), *III Congreso Internacional Virtual innovación pedagógica y praxis educativa. INNOVAGOGÍA 2016*, 739-748, Sevilla: AFOE Formación.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2017b). Tipo de lenguaje empleado en secuencias didácticas elaboradas por profesorado en formación. En David Cobos Sanchiz (coord.) Eloy López Meneses (coord.) Antonio Hilario Martín Padilla (coord.), Laura Molina García (coord.), Alicia Jaén Martínez (coord.), *III Congreso Internacional Virtual innovación pedagógica y praxis educativa. INNOVAGOGÍA 2016*, 729-738, Sevilla: AFOE Formación.

- Etxabe Urbietta, J. M. (2017c). *Fisikaren eta Kimikaren ikaskuntza eta irakaskuntza*. Leioa: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. En línea <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/25909/UCPDF174948.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Etxabe Urbietta, J. M. (2018a). Los maestros y maestras en formación al diseñar secuencias didácticas ¿Utilizan científicas en sus actividades? En David Cobos Sanchiz (coord.) Eloy López Meneses (coord.) Antonio Hilario Martín Padilla (coord.), Laura Molina García (coord.), Alicia Jaén Martínez (coord.), *INNOVAGOGÍA 2018 IV Congreso Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa*, 220, Sevilla: AFOE Formación.
- Etxabe Urbietta, J. M. (2018b). Innovación docente en la formación de maestros y maestras. Aprendizaje basado en problemas. En David Cobos Sanchiz (coord.) Eloy López Meneses (coord.) Antonio Hilario Martín Padilla (coord.), Laura Molina García (coord.), Alicia Jaén Martínez (coord.), *INNOVAGOGÍA 2018 IV Congreso Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa*, 221, Sevilla: AFOE Formación.
- Etxabe Urbietta, J. M. (2018c). Elementos configuradores de los programas de formación inicial de profesorado de secundaria. Referentes para un diseño de calidad. En (coord. por Eloy López Meneses, David Cobos Sanchiz, Antonio Hilario Martín Padilla, Laura Molina García, Alicia Jaén Martínez), *Experiencias pedagógicas e innovación educativa: aportaciones desde la praxis docente e investigadora*, págs. 2052-2063. Sevilla: AFOE Formación.
- Etxabe Urbietta, J. M. (2018d). Científicas según las maestras y maestros en formación. En *Edunovatic 2018. Conference Proceedings: 3rd Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 427-434.
- Etxabe Urbietta, J. M. (2018e). Aprendizaje basado en problemas en el Grado de Educación Primaria. En *Edunovatic 2018. Conference Proceedings: 3rd Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 422-426.
- Etxabe Urbietta, J. M. (2018f). Competencias desarrolladas por maestros/as en formación al desarrollar actividades inductivas, deductivas e hipotéticas.

Book of abstracts CIVINEDU 2018: 2nd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation. Madrid: REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa.

Etxabe Urbieta, J. M. (2019a). Competencias cognitivas en actividades inductivas, deductivas e hipotéticas. En (coord. por Almudena Cotán Fernández) *Nuevos paradigmas en los procesos de enseñanza-aprendizaje*, 49-57 Madrid.

Etxabe Urbieta, J. M. (2019b). Análisis de las competencias cognitivas desarrolladas según la disciplina científica en la elaboración de secuencias didácticas de Ciencias Experimentales en Educación Primaria. En *Edunovatic 2019 conference proceedings: 4th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 244-251. Madrid: REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa. Madrid.

Etxabe Urbieta, J. M. (2019c). Modelos mentales del alumnado de 2º de ESO sobre la naturaleza del agua de abastecimiento de los hogares. En *Edunovatic 2019 conference proceedings: 4th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 397-398. Madrid: REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa. Madrid.

Etxabe Urbieta, J. M. (2019d). Dificultades en el aprendizaje de la Química en el Grado en Educación Primaria. En *3rd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation: CIVINEDU 2019*, 182-185. Madrid: REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa. Madrid.

Etxabe Urbieta, J. M. (2019e). Modelos sobre cristalización en alumnado de Grado de Educación Primaria En *3rd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation: CIVINEDU 2019*, 203-206. Madrid: REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa.

Etxabe Urbieta, J. M. (2020a). Competencias cognitivo-lingüísticas al diseñar secuencias didácticas de Educación Primaria. *Edunovatic 2020. Conference Proceedings: 5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 974-979. Madrid.

- Etxabe Urbieta, J. M. (2020b). Competencias cognitivas al diseñar secuencias didácticas de Educación Primaria. *Edunovatic 2020. Conference Proceedings: 5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT*, 980-985. Madrid.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2020c). Conocimientos previos del alumnado del Grado de Educación Primaria sobre el sonido y la audición. En (coord. Eloy López Meneses, David Cobos Sanchiz, Laura Molina García, Alicia Jaén Martínez, Antonio Hilario Martín Padilla), *Experiencias pedagógicas e innovación educativa: aportaciones desde la praxis docente e investigadora*, págs. 1956-1964. Sevilla: AFOE Formación.
- Etxabe Urbieta, J. M. (2020d). Aplicación y resultados del Modelo IKD I3 para el tema “La luz” en el Grado en Educación Primaria. En (coord. Eloy López Meneses, David Cobos Sanchiz, Laura Molina García, Alicia Jaén Martínez, Antonio Hilario Martín Padilla), *Experiencias pedagógicas e innovación educativa: aportaciones desde la praxis docente e investigadora*, págs. 1946-1955. Sevilla: AFOE Formación.
- Etxabe Urbieta, J. M. y Aranguren Garayalde, K. (2012b). Competencias cognitivas y competencias cognitivo-lingüísticas al elaborar secuencias didácticas innovadoras de ciencias experimentales en educación secundaria. En (Coord David Cobos Sanchiz Alicia Jaén Martínez, Eloy López Meneses, Antonio Hilario Martín Padilla, Laura Molina García), *I Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa: INNOVAGOGÍA* Sevilla: Afoe Formación.
- Etxabe Urbieta, J. M. y Aranguren Garayalde, K. (2013). Indagación narrativa reflexiva de deseos y saberes del alumnado de tercer curso de la diplomatura de educación primaria. *Ikastorratza*, 10, 1-13.
- Etxabe Urbieta, J. M. y Aranguren Garayalde, K. (2014a). Investigación narrativa del profesorado de educación secundaria. *Tendencias pedagógicas*, 24, 99-112.
- Etxabe Urbieta J. M. y Aranguren Garayalde, K. (2014b). Los cómics en la formación del profesorado: una experiencia de innovación didáctica. En (Coord David

Cobos Sanchiz Alicia Jaén Martínez, Eloy López Meneses, Antonio Hilario Martín Padilla, Laura Molina García), *II Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa: INNOVAGOGÍA*, 805-814. Sevilla: Afoe Formación.

Etxabe Urbietta, J. M. y Aranguren Garayalde, K. (2014c). Edición de videos digitales por futuros profesores/as: una experiencia de innovación didáctica. En (Coord David Cobos Sanchiz Alicia Jaén Martínez, Eloy López Meneses, Antonio Hilario Martín Padilla, Laura Molina García), *II Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa: INNOVAGOGÍA*, 1288-1294. Sevilla: Afoe Formación.

Etxabe Urbietta, J. M. y Nuño Angos, M. T. (2015). Análisis de las competencias cognitivo-lingüísticas y de las estrategias metodológicas utilizadas por los maestros y maestras en formación I. En (Cruz, J. y Díaz, M. coord.), *Investigar en psicodidáctica: una realidad en auge psikodidaktikako ikerketa gorabidean*, 299-315, Leioa: argitalpen zerbitzua servicio editorial Universidad del País Vasco.

Etxabe Urbietta J. M., Aranguren Garayalde, K. y Losada Iglesias, D. (2011). Diseño de rúbricas en la formación inicial de maestros/as. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria (REFIEDU)*. 4, (3), 156-169.

Etxabe Urbietta, J. M., Goyenechea Álvarez de Arcaya, J.A., Aguirrezabalaga Elosegui, F., Sanz Alonso, J., Barrutia Sarasua, O. y Otermin Lizarralde, O. (2015). *Natura zientziak lehen mailako ikasgelan. II atala. Natura zientziak (fisika, kimika eta teknologia)*. <https://ocw.ehu.eus/course/view.php?id=357>

Etxabe Urbietta, J. M., Villarroel Villamor, J. D. y Anton Baranda, A. (2020e). Análisis de las competencias cognitivas desarrolladas según la disciplina científica en la elaboración de secuencias didácticas de Ciencias Experimentales en Educación Primaria. (coord. Raket Gamito Gómez, Judit Martínez Abajo, María Teresa Vizcarra Morales). *XXVI Jornadas de Investigación en Psicodidáctica*. 295-309. Leioa: Servicio de Publicaciones de la Universidad del País Vasco.

Eusko Jaurilaritza. Gobierno Vasco (2007). DECRETO 175/2007, de 16 de octubre, por el que se establece el currículo de la Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco. BOPV - martes 13 de noviembre de 2007, 26035-26074.

F

Fensham P., Gunstone R. F. y White R. T. (1994). *The content of science*. London: Falmer Press.

Fernández, M. (1999). Elementos frente a átomos. Raíces históricas e implicaciones didácticas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 21, 59-66.

Fernández, J. y Elórtogui, N. (1996). Qué piensan los profesores de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 331-342. Recuperado de <http://www.grupoblascabrera.org/didactica/pdf/Como%20ensenar.pdf>

Fernández, I, Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 477-488

Foro Química y Sociedad. (2020). *Teatro científico y cómic para celebrar el papel de la mujer en la Ciencia y estimular vocaciones STEM entre niñas y niños*. *Foro Química y Sociedad*. Recuperado de <https://www.quimicaysociedad.org/teatro-cientifico-y-comic-para-celebrar-el-papel-de-la-mujer-en-la-ciencia-y-estimular-vocaciones-stem-entre-ninas-y-ninos/>

Franco, R. y Sanmartí, N. (2003). Descriure: Establir la manera de mirar els fets. En Sanmartí, N. (coord), Calvet, M., Custodio, E., Estanya, J. L., Franco, R., García, M.P., Izquierdo, M., Màrquez, C., Oliveras, B., Ribas, N., Roca, M., Sardà, A., Solsona, N. y Via, A *Aprender Ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Asociacion de maestros Rosa Sensat.

- Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 188-199.
- Furió, C. y Gil-Pérez D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las ciencias*. 7 (3), 257-265.
- Furió, C. y Gil-Pérez, D. (1999). Hacia la formulación de programas eficaces en la formación continuada del profesorado de ciencias, en Sánchez, J.M., Oñorbe, A. y Bustamante, I.(eds.). *Educación científica*. Alcalá de Henares: Universidadde Alcalá.
- Furió, C. y Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (1), 47-73.
- Furió, C., Iturbe J. y Reyes, J.V. (1991). Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Aula de Innovación Educativa*. 24, 89-100
- Furió C., Gil-Pérez D y Gavidia, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la escuela*. (36), 49-64.

G

- Galagovsky L. R. y Adúriz-Bravo A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias* 19 (2), 231-242.
- García, J. M., Ortiz, A., Santiesteban, A. y Varela P. (1989). Iniciación a la investigación en el aula. *Investigación en la escuela*. 8, 13-17.
- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2003). Análisis del trabajo práctico en textos escolares de primaria y secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 5–16.

- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2014). La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (1), pp. 179-197.
- García Belmar, A. y Bertomeu, J. R. (1998). Lenguaje, ciencia e historia: una introducción histórica a la terminología química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17, pp. 20-36.
- García Llamas, J. L. (2003). *Métodos de investigación en educación. Volumen II. Investigación educativa*. Madrid: UNED.
- García Parejo, I. (2011). *Escribir textos expositivos en el aula*. Barcelona: Editorial Graó.
- García Pérez, F. (2001). Concepciones de los alumnos y conocimiento escolar. Un estudio en el ámbito del medio urbano. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, (1), 17-25.
- García Rodríguez, J. J. y Cañal de León P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Revista Investigación en la Escuela*. 25, 5-16.
- García Rovira, P. y Angulo Delgado, F. (2003). Un modelo didáctico para la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17, 1, 37-49.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press.
- Giere, R. N. (1999a). Del realismo constructivo al realismo prospectivo. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 9-13.
- Giere, R. N. (1999b). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 63-70.
- Gil-Pérez, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1), 26-33.

- Gil-Pérez, D. (1993). Aportaciones de la didáctica de las ciencias a la formación del profesorado. En Montero y Vez (ed.), *Las didácticas específicas en la formación del profesorado (I)*, 277-293. Santiago de Compostela: Tórculo
- Gil-Pérez, D., Alonso M., Martínez Torregrosa J. (1993). Propuestas de tratamiento de las preconcepciones docentes sobre la evaluación de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 11, (Número Extra 1), 1993 , págs. 17-18
- Gil-Pérez, D. y de Gúzman M. (1993). *Enseñanza de las ciencias y la matemática : tendencias e innovaciones*. Editorial Popular. OEI.
- Gil-Pérez, D., Furió C. y Gavidia V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la Escuela*, 36, 49-64.
- Gil Pérez, D., Dumas Carré, A., Caillot, M., Martínez Torregrosa, J. y Ramírez Castro, L. (1988). La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. *Investigación en la Escuela*, 6, 3-20.
- Gil-Pérez, D., Martínez-Torregrosa, J., Ramírez, L., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa de Carvalho, A. M. (1992). La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 6, 73-85.
- Gil Pérez, D., Furió Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J, González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa de Carvalho, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 311-320.
- Gilbert, J.K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education* 2(2):115-130.
- Gilbert, J. K., Boulter, C., y Rutherford, M. (1998). Models in explanations part 1: Horses for Courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83–97.
- Gimeno, J. y Pérez, A. (1985). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: Akal.

- Giordan, A. (1995). Los nuevos modelos de aprendizaje: ¿más allá del constructivismo? *Perspectivas*, 1, 107-124.
- Gómez, A., Sanmartí, N. y Pujol, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325-340.
- González-Rodríguez, C., García-Barros, S., Martínez, C. (2015). Qué contenidos y qué habilidades cognitivo-lingüísticas emplea el profesorado de primaria y secundaria en la enseñanza de la astronomía. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 71-89.
- Greca Dufranc, I. M. (2021). El dilema hamletiano sobre STEAM: Ser o no ser para el desarrollo competencial. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado*. Córdoba: Universidad de Córdoba (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didácticas Específicas) y APICE (Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales).
- Greca, I. M. y Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22, 1-11.
- Guidoni, P. (1985). On Natural Thinking. *European Journal of Science Education*, 7, 33-140.
- Guidoni, P. (1990). Pre-escolar i formació cultural de base. *Papers*, 1, Fundacion la Caixa. 26-34.
- Guidoni, P., Arca, M., y Mazzoli, P. (1990). *Cómo enseñar ciencia, cómo empezar: reflexiones para la educación científica de base*. Rosa Sensat: Paidós Educador.
- Guisasola, J., Zuza, K. y Sagastibeltza M. (2019). Una propuesta de diseño y evaluación de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Física: el caso de las leyes de Newton. *Revista de la enseñanza de la Física*. 31, (2). 57-69.

- Gunstone, R. (2000). *The Education of Teachers of Physics: Contents plus Pedagogy plus Reflective Practice*. Physics Teacher Education beyond 2000. Barcelona: PHyTEB 2000.
- Gunstone, R. y Northfield, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16(5), 523-537.
- Gunstone, R. F. y Mitchell, I. J. (1998). Metacognition and Conceptual Change, en Mintzes, J. J., Wandersee, J.H . y Novak, J. D. *Teaching Science for Understanding. A Human Constructivist View*, 133-163. Londres.
- Gunstone, R., Baird, J. y Northfield, J. (1993). A case study exploration of development in preservice science teachers. *Science Education*, 77(1), pp. 47-73.
- Gutiérrez, R., Marco, B., Olivares, E. y Serrano, T. (1990). *Enseñanza de las ciencias en la educación intermedia*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Gutiérrez-Cabello Barragán, A., Etxabe Urbieta, J. M., Losada Iglesias, D. (2015). El aprendizaje ubicuo en los trabajos de fin de grado: análisis del perfil tecnológico del profesorado universitario I. En (Coord. Cruz, J. y Díaz, M.). *Investigar en psicodidáctica: una realidad en auge psikodidaktikako ikerketa gorabidean*, 263-275, Leioa: argitalpen zerbitzua servicio editorial Universidad del País Vasco.
- Gutiérrez Rodilla, B. M. (1998). *La ciencia empieza en la palabra. Análisis e historia del lenguaje científico*. Madrid: Península.

H

- Halbwachs, F. (1983). La física del profesorado entre la física del físico y la física del alumno. En Coll, C. (Comp) *Psicología genética y aprendizajes escolares*. Editorial Siglo XXI: Madrid.
- Halliday, M. y Martin, J. (1993). *Writing Science: Literacy and discursive power*. Londres: Falmer Press.

- Hamston, J. (2006). Bakhtin's Theory of Dialogue: A Construct for Pedagogy, Methodology and Analysis. *The Australian Educational Researcher*, 33, (1), 55-74.
- Hardy, I., Jonen A., Moller K. y Stern, E. (2006). Effects of Instructional Support Within Constructivist Learning Environments for Elementary School Students' Understanding of "Floating and Sinking". *Journal of Educational Psychology* 98, (2), 307-326.
- Harlen, W. (1999). *Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias*. Madrid: Editorial Morata. MEC.
- Harlen, W. (2001). *Taking the plunge*. Primary School. Portsmouth: Heinemann.
- Harrison, A. y Treagust, D. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22, 1011- 1026.
- Hart, C. (2007). Models in physics, models for physics learning, and why the distinction may matter in the case of electric circuits. *Research in Science Education*, 38, 529-544.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3(4), 383-96.
- Hewson, P. W. (1982). A case study of conceptual change in special relativity: The influence of prior knowledge in learning, *European Journal of Science Education*, 4, 61 -78.
- Hewson P. W. (1993). Constructivism and reflective practice in science teacher education. En Montero y Vez (ed.). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado (I)*, 259-275. Santiago de Compostela: Tórculo.
- Hewson, M. G. y Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hewson, P. W. y Hewson, G. M. (1987). Science teachers' conceptions of teaching: implications for teaching education. *International Journal of science Education*, 4, 425-440.

- Hewson, P. W. y Hewson, G. M. (1988). An appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning. *Science Education*, 75(5), 597-614.
- Hewson, P. W. y Hewson, M. G. (1992). The status of students' conceptions. R. Duit, F. Goldberg y H. Niedderer (Eds.). *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*, Kiel, 59-73.
- Hewson, P.W. y Beeth, M. E. (1995). Enseñanza para un cambio conceptual: ejemplos de fuerza y de movimiento. *Enseñanza de las ciencias*, 13(1). 25-35.
- Hewson, P. W. y Thorley, N. R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11(5), 541-553.
- Hewson P. W., Tabachnick B. R., Zeichner K. M., Blomker K. B., Meyer H., Lemberger J., Marion R., Park, H. J. y Toolin R. (1999). Educating prospective teachers of biology: Introduction and research methods, *Science Education*, 83,(3), (247–273).
- Hewson P. W., Tabachnick B. R., Zeichner K. M. y Lemberger J. (1999). Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations *Science Education*, 89(3), 373–384.
- Hierrezuelo J. y Montero Moreno A. (1989). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y la química*. Madrid: Laia.
- Hodson, D. (1986). Filosofía de la ciencia y Educación Científica. En *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Diada Editoras: Sevilla.
- Hodson, D. (1988). Toward a Philosophically More Valid Science Curriculum. *Science Education*, 72, (1), 19-40.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science, *Studies in Science Education*, (22),1, 85-142.

I

- Ibáñez Ibáñez, M. M., Romero López, M. C. y Jiménez Tejada, M. P. (2019). ¿Qué ciencia se presenta en los libros de texto de Educación Secundaria?, *Enseñanza de las ciencias*, 37(3), 49-71
- Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal Argentine Chemical Society*, 92 (4-6), 115 – 136.
- Izquierdo-Aymerich, M. (2005) Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*, 23(1), 111–122.
- Izquierdo-Aymerich, M. y Aliberas, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar. Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Colecció Materials 150. Servei de Publicacions. Universitat Autònoma de Barcelona: Bellaterra.
- Izquierdo-Aymerich, M. y Giménez, J. (2020). Nos han dejado tres maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 38 (3), 5-12.
- Izquierdo-Aymerich, M., Marzàbal, A., Márquez, C. y Gouvea, G. (2007). Experimental stories in science textbooks: How are the world facts built? *Proceedings 7thESERA conference*, Malmö, Sweden: ESERA.
- Izquierdo-Aymerich, M., Sanmartí, N., Espinet, M., (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza De Las Ciencias*, 17 (1), 45-59.

J

- Jiménez Aleixandre, M .P. (1992). Thinking about theories or thinking with theories?: a classroom study with natural selection. *International Journal of Science Education*, 14 (1), 51-61.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó.

- Jiménez Aleixandre, M. P. (2009). *Proyecto RODA*. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. 119-146. Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M. P. y Gallástegui, J. R. (2011). Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en física y química, en Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la Física y de la Química*. Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre M. P., Albaladejo i Marcet C. y Caamaño Ros, A. (1993). *Didáctica de las ciencias de la naturaleza: curso de actualización científica y didáctica, ciencias de la naturaleza*. Madrid: Subdirección General de Formación del Profesorado.
- Jiménez Liso, R. y Sánchez Guadix, M. A. (2001). Formación del profesorado universitario y de secundaria una propuesta globalizadora desde la práctica. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 4(2), 1-9
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1992). L'avaluació una peça clau del dispositiu pedagògic. *Guix*, 182, 39-48.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1993). La función pedagógica de la evaluación. *Aula*, 20, 20-23.
- Jorba J y Sanmartí N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: MEC.
- Jorba, J., Gómez I. y Prat A. (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Joshua, S. y Dupin, J. (1993). *Introduction à la Didactique des sciences et des mathématiques*, Paris: Presses Universitaires de France.
- Justi, R. (2011a). Las concepciones de “modelo” de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias. Una relación compleja y central en

la enseñanza de las ciencias, en Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la Física y de la Química*. Barcelona: Graó.

Justi, R. (2011b). Contribucions de la investigació didàctica a l'ensenyament de la química basat en la modelització. *Educació Química EduQ*, (8), 11-22.

K

Kelly, G. A. (1955). *The psychology of personal constructs*. New York: Norton

Kress, G. (2010). *Multimodality: A social semiotic approach to contemporary communication*, Londres: Routledge.

Kress G., Ogborn, J., Jewitt, C. y Tsatsarelis C. (1998). Meaning making in the multimodal environment of the science classroom. *Discussion paper prepared for the Rhetorics of the Science Classroom Mid Project Consultative Meeting*. London: Institute of Education.

Kuhn, T. (1971). *La estructura de las Revoluciones Científicas*. Mexico: Fondo de cultura económica.

Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

Kuhn, D., y Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74, 1245–1260.

Kuhn D., Amsel, E., Loughlin M. (1988). *The Development of Scientific Thinking Skills*. New York: Elsevier Science.

L

- Lacueva, A. (2000). Proyectos de investigación en la escuela: científicos, tecnológicos y ciudadanos. *Revista de Educación*, 323, 265-288.
- Laudan, L. (1986). *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del progreso científico*. Ediciones Encuentro: Madrid.
- Lawson, A. (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destreza De razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 165-187.
- Leach, J. y Scott, P. (2002). Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: An Approach Drawing upon the Concept of Learning Demand and a Social Constructivist Perspective on Learning. *Studies in Science Education*, 38(1), 115-142.
- Leach, J. y Scott, Ph. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science & Education*, 12, 91-113.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in science teaching*. 29(4), 331-359.
- Lemberger, J., Hewson, P. W. y Park, H. J. (1999). Relationships between prospective secondary teachers' classroom practice and their conceptions of biology and of teaching science, *Science Education*, 89(3), 347-371
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores. Barcelona y valores*. Barcelona: Paidós.
- Lemke, J. (1998a). Multipling meaning: visual and verbal semiotics in scientific text In Martin, J. & Veal, R. (eds.). *Reading Science: critical and functional perspectives on scientific discourse*. London: Routledge.
- Lemke, J. (1998b). Analysing Verbal Data: Principles, Methods and Problems. In (AAVV). *Springer International Handbooks of Education*. New York: Springer.

- Lemke, J. (1999). *Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols, Images, and Actions*. Disponible en <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>
- Lemke, J. L. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones (coord.) Montse Benlloch Burrull, *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*, 159-186.
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (24), 1, 5-12.
- Leóntiev, A.N. (1989). Actividad, conciencia, personalidad. En A. Puziréi (comp.), *El proceso de formación de la psicología marxista*. Vygotski, L., Leóntiev A., A. Luria A. 265-326. Moscú: Progreso.
- Lillo J. y Redonet L. F. (1985). *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Valencia: Editorial Ecir.
- López Rupérez, L. (1990). Epistemología y didáctica de las ciencias. Un análisis de segundo orden. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 65-74.
- López Rupérez, L. y Palacios (1992). Resolución de problemas de Química. Mapas Conceptuales y estilo cognitivo. *Revista de Educación*. 297, 293-314.
- Losada Iglesias, D., Etxabe Urbieta J. M., Urkidi Elorrieta, P. (2012). Moodle y aprendizaje mixto en la formación de maestros. En *XX Jornadas universitarias de tecnología educativa: Jute 2012*. Girona: Universitat de Girona.
- Lozano, E. (2010). La interpretación y los actos de habla. *Mutatis Mutandis*. 3, 2. pp. 333-348.
- Luria, A. R. (1985). *Lenguaje y pensamiento*. Barcelona: Martínez Roca.
- Luria, A. R. (1987). *Sensación y percepción*. Barcelona: Martínez Roca.

M

- Maiztegui A., González E., Tricárico H., Salinas J., Pessoa De Carvalho A. y Gil D. (2000). La formación de los profesores de ciencias en iberoamérica *Revista Iberoamericana de Educación*, 24, 163-187, Recuperado de <http://www.rieoei.org/rie24a07.PDF>
- Marba, A., Márquez Bargallo, C. y Sanmartí, N. (2009). ¿Qué implica leer en ciencias?. Reflexiones y propuestas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 59, 102-111.
- Marín, N. (1997). *Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- Marín, N. y Benarroch, A. (1994). A comparative study of Piagetian and constructivist work on conceptions in science. *International Journal of Science Education*, 16 (1), 1-15.
- Marín, N. y Crespo, N. (2001). Una aproximación a la estructura de los contenidos de la didáctica de las ciencias. *Educere*, 5(12), 27-38.
- Marín, N. y Jimenez Gómez, E. (1992). Problemas metodológicos en el tratamiento de las concepciones de los alumnos en el contexto de la filosofía e historia de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (3), 335-339.
- Marín, N., Jiménez Gómez, E. y Benarroch, A. (1997). Delimitación de 'lo que el alumno sabe' a partir de objetivos y modelos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, (2), 215-224.
- Marion R., Hewson P. W., Tabachnick B. R. y Blomker K. B. (1999). Teaching for conceptual change in elementary and secondary science methods courses, *Science Education*, 83,(3). 275–307.
- Márquez A. C. (2009). *La Formación Inicial para el nuevo perfil del Docente de Secundaria. Relación entre la teoría y la práctica*. Málaga: Tesis Doctoral.
- Márquez Bargalló, C. y Roca Tort, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII(45), 61-71

- Márquez A. C. y Custodio I. P. (2020). Acercar la ciencia a los jóvenes a través de las novelas: la experiencia de un club de lectura. *Interfaces da educação* 11(32), 662-687
- Martin Bravo, C. (1991). Piaget-Vygotsky, ¿dos autores convergentes?. *Tabanque: Revista pedagógica*, 7, 39-52.
- Martín, R. y Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la *formación* inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63 – 79.
- Martín Fernández, R. M. y Vallés Rapp, C. (2015). Ideas de futuros maestros sobre la ciencia escolar. *Interacções*, 34, 156-174,
- Martinand, J. L. (1994). La didáctica de las ciencias y la tecnología y la formación de profesores, *Investigación en la Escuela*, 24, 59-69.
- Martí, E. y Pozo, J. A. (2000). Más allá de las representaciones mentales: La adquisición de los sistemas externos de representación, *Infancia y Aprendizaje* 23(2), 11-30.
- Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la Educación Secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63-79.
- Martín R., Porlán R., Rivero A. (2005). Secuencias formativas para facilitar el aprendizaje profesional. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 8 (4), 1-4. Recuperado de http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1229708104.pdf
- McDermott (1990). A perspective on teacher preparation in physics-other sciences:- the need for special science courses for teachers. *American Journal on physics*. 58 (8), 734-742.
- Mcdonald, A. y Pálsdóttir, A, (2008). Writing for science and science textbooks: a case study from Iceland. *Proceedings NFSUN Conference*. Reykjavík:Iceland.

- Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 289-302.
- Mellado Jiménez, V. y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 11(3), 331-339.
- Membiela, P. (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea.
- Mendoza Díaz, A. L., Berón Carrillo, L., y Cabrera Castillo, H. G. (2017). La descripción del crecimiento de las plantas en estudiantes de básica primaria. *Biografía*, 10(19), 363-371. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7125>
- Merino Rubilar C., Gómez Galindo A. y Adúriz Bravo A. (2008). (Coords.) *Áreas y Estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Colección Formación en Investigación para Profesores Volumen I. Barcelona: Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals.
- Meyer, B., Tabachnick R., Hewson P. W., Lemberger J. y Park, H. J. (1999). Relationships between prospective elementary teachers' classroom practice and their conceptions of biology and of teaching science, *Science Education*, 89(3), 323–346.
- Millar, R., y Driver, R. (1987). Beyond Processes. *Studies in Science Education*, 14(1), 33-62.
- Moreira, M. A. (2001). Modelos mentais. En E. F. Mortimer y A.L. Smolka (Eds.). *Linguagem, cultura e cognição. Reflexões para o ensino e a sala de aula*. 189-221. Belo Horizonte, Brasil: Autentica.
- Morillas Loroño H, Etxabe Urbieta, J.M. (2020). Raman Spectroscopy: A Proposal for Didactic Innovation (IKD Model) in the Experimental Science Subject of the 3rd Year of the Primary Education Degree. *J Chem Edu Res Prac*, 4(1), 17-21.

Morillas Loroño H., Zuzuarregi Olasagasti A., Etxabe Urbieta, J. M. (2018). Ekarpenak 2. Materia eta Energia gaiak Lehen Hezkuntzan. Nola prestatu ditzakegu materiarekin eta energiarekin loturiko gaiak? *Hik-Hasi*, 230, 28-32.

Mortimer, E. y Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Filadelfia: Open University Press

N

Nieda Oterino J., Brincones Calvo M. I., Fuentes A., Otero J., Palacios M. J. (1988). *Identificación del comportamientos y características deseables del profesorado de ciencias experimentales del bachillerato*. Ministerio de Educación Cultura y Deporte, Centro de Investigación y Documentación Educativa.

Nott, M. y Wellington, J. (1998). Eliciting, interpreting and developing teachers' understanding of the nature of science. *Science & Education*, 7(6), 579-594.

Novak, J. D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las ciencias*, 6(3), 213-223.

Novak, J. D. y Gowin B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives, *International Journal of Science Education*, 11(5), 530-540.

Nunziati, G. (1990). Pour construire un dispositif d'évaluation formative. *Cahiers Pédagogiques*, 280, 47-64.

Nuño, T. y Ruipérez, T. (1996). Análisis de las concepciones del profesorado sobre la ciencia desde una perspectiva de género. *Revista de psicodidáctica*. 2, 81-103.

O

- Ocelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, L. y McGillicuddy, K. (1998). *Formas de explicar: La enseñanza de las ciencias en secundaria*. Madrid. Santillana (Aula XXI).
- Oliva Martínez, J. M. (2021). La modelización en su dimensión instrumental: líneas de investigación en a enseñanza de las ciencias. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado*. Córdoba: Universidad de Córdoba (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didácticas Específicas) y APICE (Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales).
- Oliva, J. M., Aragón, M. M. y Mateo, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 429-444.
- Oliveras, B. y Sanmartí, N. (2009). La lectura como medio para desarrollar el pensamiento crítico. *Educación Química*, 20(1), 233-245.
- Onrubia Goñi, J. (1993). El llenguatge com a eina per a la construcció. I de coneixements. *Guix: Elements d'acció educativa*, 183, 11-16.
- Orellana Campbell, M. y Espinet Blanch, M. (2009). Los cuentos como una herramienta para la modelización compleja del entorno en la formación inicial de maestros de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias. Número Extra. VIII congreso internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias*. Barcelona. 2733-2737.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1991). *El Aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la ciencia*. Madrid: Narcea.
- Osborne, R. J. y Wittrock, M. C. (1983). Learning Science: a generative process. *Science Education*, 67,(4), 489-508.

Otero, J. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las ciencias*. 8(1), 17-22.

P

Pacca, J. L. de A. y Villani, A. (2000). La competencia dialógica del profesorado de ciencias en Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 95-104.

Pedrinaci, E. (2012). *El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona:Graó.

Pérez Gómez, A. I. (1992). La función y formación del profesor/a en la enseñanza para la comprensión. Diferentes perspectivas. En J. Gimeno y A. I. Pérez, *Comprender y transformar la enseñanza*, 398-429. Madrid: Morata.

Pérez Gómez, A. y Gimeno Sacristán, J. (1988). El pensamiento y acción en el profesorado de los estudios sobre la planificación al pensamiento práctico. *Infancia y Educación*. 42, 37-63.

Pérez-Serrano, G. (1994). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes*. I. Métodos. Madrid: La Muralla.

Perrenoud, P. (1991). Pour une approche pragmatique de l'évaluation formative, *Mesure et évaluation en éducation*, 13(4,) 49-81.

Pope, M. L. y Gilbert, J. (1983). Personal experience and the construction of knowledge in science, *Science Education*, 67(2), 193-203.

Porlán, R. (1987). El Maestro como Investigador en el Aula. Investigar para Conocer, Conocer para Enseñar. *Investigación en la Escuela*, 1,63-69.

Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

Porlán, R. (1998a). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las ciencias* 16(1), 175-187.

Porlán R. (1998b). La Formación Inicial de Maestros en Didáctica de las Ciencias. Análisis de un Caso. *Investigación en la Escuela*. 35, 33-41.

- Porlán R. (2001). *La Formación de Profesores de Secundaria: Principios para una Nueva Formación Inicial. Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el Siglo XXI. Congreso Nacional de Didácticas Específicas. 1*, 201-207. Granada: Grupo Editorial de la Universidad de Granada.
- Porlán, R., Cañal P. y García J. E (1988). *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla: Díada.
- Porlán, R. y Martín J. (1993). *El Diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla: Diada.
- Porlán, R. y Martín, J. (1994). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 24, 49-58.
- Porlán, R. y Martín, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas, *Alambique*, 8, 23-32.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- Porlán R. y Rivero A. (2001). Nature et organisation du savoir professionnel enseignant souhaitable. *Aster*, 32, 221-251.
- Porlán, R., Rivero, A. y Martin, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores 1: teoría, métodos e instrumentos, *Enseñanza de las ciencias* 15(2), 155-157.
- Porlán R., Rivero A. y Martin R. (1998). Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores, II: Estudios Empíricos y Conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. 16(2), 271-288 .
- Porlán R., Martin R., Toscano J. M., Rivero A., Ballenilla F., y otros. (2001). Investigación y Renovación Escolar: la Red IRES. *Enseñanza de las Ciencias*. 135-136.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

- Pozo, J.I. (1987). La historia se repite: Las concepciones espontáneas sobre el movimiento y la gravedad. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 69-87.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Visor.
- Pozo, J. I. (1992). El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos. En C. Coll , J. I. Pozo, B. Sarabia y E. Valls (Eds.). *Los contenidos en la reforma*, 19-80. Buenos Aires: Santillana.
- Pozo, J. I. (2002). La adquisición de un proceso científico como cambio representacional. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (3), 1-30.
- Pozo, J. I. (2006). *Aprendices y Maestros*. Madrid: Alianza Editorial.
- Pozo, J.I. y Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y Aprendizaje*, 38, 35-52.
- Pozo, J. I. y Carretero M. (1989). From formal thought to spontaneous conceptions: What changes take place in science instruction?, *Journal for the Study of Education and Development*, 10, 35-52.
- Pozo J. I. y Gómez Crespo M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I., Sanz, A., Gómez, M. A. y Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: Una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 83-94.
- Pro Bueno, A. (1997). ¿Cómo pueden secuenciarse los contenidos procedimentales?. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 56, 87-98.
- Pro Bueno, A. (2003). La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias, en Jiménez Aleixandre, M. P. (coord.). *Enseñar Ciencia*. Barcelona: Graó. 33-54.
- Pro Bueno, A. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 56, 87-98.

- Pro Bueno, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria, en Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la Física y de la Química*. Barcelona: Graó.
- Pro Bueno A. (2021). La didáctica de las ciencias Experimentales ante los nuevos Retos que se plantean en la Sociedad actual. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado*. Córdoba: Universidad de Córdoba (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didácticas Específicas) y APICE (Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales).
- Pro, A. y Miralles, P. (2009). El curriculum de Conocimiento del medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. *Revista Educatio Siglo XXI*, 27(1),59-96.
- Pro Bueno A. y Pro Chereguini C. (2010). Comunicaciones en el curriculum oficial. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 64, 9-22.
- Pro Bueno A., de Pro Chereguini C. y Rodríguez Moreno J. (2018). Estudio de la adquisición de subcompetencias sobre comunicación audiovisual de los maestros en formación inicial. *Ápice: revista de educación científica*, 3(1), 29-39.
- Pro Bueno, A. y Rodríguez Moreno, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias*. 28(3), 385-404.
- Pro Bueno, A. y Saura, O. (2007). La planificación: un proceso para la formación, la innovación y la investigación. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 52, 39-55.
- Pujolàs P. (2001). *Atención a la diversidad y aprendizaje cooperativo en la Educación Obligatoria*. Málaga: Aljibe.
- Pujolàs, P. (2003). *Aprender junts alumnes diferents. Els equips d'aprenentatge cooperatiu a l'aula*. Vic: Eumo.
- Pujolàs, P. (2004). *Aprender juntos alumnos diferentes. Los equipos de aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona:Octaedro.

Pujolàs, P. (2008). *Nueve ideas clave. El aprendizaje cooperativo*. Barcelona: Graó.

Pulido y Pérez. (2004). Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos17/competencia-comunicativa/competencia-comunicativa.shtml> Fecha de consulta 13-07-2015.

Q

Quintanilla, M. (2006). La ciencia en la escuela: un saber fascinante para aprender a 'leer el mundo'. *Pensamiento Educativo*, 39(2), 177-204.

R

Racionero, S. y Padròs, M. (2010). The Dialogic Turn in Educational Psychology. *Revista de psicodidáctica*. 15 (2), 143-162.

Ramos, W. F., Domínguez, M. A. y Stipcich, M. S. (2020). Habilidades lingüísticas identificadas en los discursos argumentativos de estudiantes que se forman para ser profesores de Física. *Avances en la Enseñanza de la Física*; 2(1), 9-21

Rojas M. A. (1999). La naturaleza dialógica de la ciencia bibliotecológica en el contexto de las nuevas tecnologías de la información. *Revista General De Información y Documentación*, 9(1), 33. Recuperado a partir de <https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/article/view/RGID9999120033A>

Revel Chion A., Couló A., Erduran S., Furman M., Iglesia P. y Adúriz-Bravo A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso internacional enseñanza de las ciencias.

Reiss, M. J. (1999). Teaching ethics in science. *Studies in Science Education*, 34(1), 115-140.

- Ribas, N. (2003). Exposar: Relacionar les idées entre si. En Sanmartí, N. (coord), Calvet, M., Custodio, E., Estanya, J. L., Franco, R., García, M.P., Izquierdo, M., Màrquez, C., Oliveras, B., Ribas, N., Roca, M., Sardà, A., Solsona, N. y Via, A *Aprende Ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Asociacion de maestros Rosa Sensat.
- Ríos E. y Solbes J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 32-55.
- Rivero García, A. (2021). Desarrollo profesional en contexto. Una perspectiva necesaria para mejorar la educación científica. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado*. Córdoba: Universidad de Córdoba (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didácticas Específicas) y APICE (Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales).
- Robalino M. y Körner A. (2006). *Modelos innovadores en la formación inicial docente*. Chile: Unesco.
- Roca Tort, M., Márquez Bargalló, C. y Sanmartí Puig, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(1), 95-114
- Rodrigo, M. J. (1994). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Rodrigo, M. J. (2014). Las Teorías Implícitas En El Conocimiento Social. *Infancia y Aprendizaje*, 8(31-32), 145-156.
- Rodrigo Vega, M. (1994). Aproximación al pensamiento del profesorado de ciencias de enseñanza secundaria obligatoria. *Revista Complutense de Educación* 5(2), 271-288.
- Rodrigo, M., Agra Cadarso, M. J., Gómez Crespo, M. A., Morcillo Ortega, J. G., Vidal, M. y Unamuno, M. P. (1993). Identificación de competencias y

características deseables en el profesorado de ciencias de EGB. *Enseñanza de las ciencias*, 11(3), 255-264.

Rodríguez Moreno J. y de Pro Bueno A. (2018). Opinión de los docentes sobre el tratamiento de las competencias en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, (15)3, 3102.

Ruiz Ortega, F. J. y Tamayo Alzate, O. E. (2013). La interacción dialógica en la enseñanza de la argumentación en ciencias. *Actas del IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Revista enseñanza de las ciencias. Número extra*. 3120-3125

S

Sabariego, M. y Bisquera, R. (2004). Procesos de investigación. Capítulo 3. En Bisquera (coord.) *Metodología de la investigación educativa*. 89-125. Madrid: Muralla.

Sánchez Blanco, G. y Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las ciencias*. 11(1), 33-44.

Sánchez Mejía, L., González Abril, J. y García Martínez, Á. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 9(1), 11-28.

Sandín, M. (2004). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Mc Graw Hill. Interamerica: Madrid.

Sanjosé López V. y Barberá O. (1990). Juegos de simulación por ordenador: un útil para la enseñanza a todos los niveles. *Enseñanza de las ciencias* 8(1), 46-51.

Solaz-Portolés, J. J, y Sanjosé-López, V. (2008). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 1, 147-162.

- Sanmartí, N. (1996). Para aprender ciencias hace falta aprender a hablar sobre las experiencias y sobre las ideas. *Textos de didáctica de la lengua y de la literatura*, 8, 27-40.
- Sanmartí, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de Ciencias. *Alambique*, 38, 71-82.
- Sanmartí N. (2001). Enseñar a enseñar Ciencias en Secundaria. Un reto muy complejo. *Revista Interuniversitaria de Formación del profesorado*. 40, 31-48.
- Sanmartí N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Madrid: Síntesis. Síntesis.
- Sanmartí, N. (2009). Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de educación en ciencias en la construcción y consolidación de la identidad del área: la experiencia de la revista Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3) 301-320.
- Sanmartí N. (2010). *Leer para aprender ciencias*. MEC. Recuperado de <http://docentes.leer.es/2010/10/04/leer-para-aprender-ciencias>
- Sanmartí, N. y Azcarate, C. (1997). Reflexiones en torno a la línea editorial de la revista enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1) 3-9.
- Sanmartí, N. y Jorba, J. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Alambique*, 4, 59-77.
- Sanmartí N. e Izquierdo-Aymerich M. (1997). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la escuela*, 32, 51-63.
- Sanmartí N., Izquierdo-Aymerich M. y García P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*. 281, 54-58.
- Sanmartí, N. (coord.), Calvet, M., Custodio, E., Estanya, J. L., Franco, R., García, M.P., Izquierdo, M., Màrquez, C., Oliveras, B., Ribas, N., Roca, M., Sardà, A., Solsona, N. y Via, A (2003). *Aprender Ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Asociacion de maestros Rosa Sensat.

- Santamaría, I. (2006a). *La terminología: definición, función y aplicaciones* Recuperado de www.liceus.com . [Consulta: junio 2014].
- Santamaría M. I. (2006b). *El lenguaje de la Ciencia y la técnica*. Recuperado de <http://www.liceus.es>
- Santini, J. (2007). Jeux épistémiques et modélisation en classe ordinaire: les séismes aux tours moyen. *Didaskalia*, 31, 47-83.
- Santos Guerra, M. A. (1988). La evaluación cualitativa de planes y centros de perfeccionamiento de profesorado: Una forma de mejorar la profesionalidad docente. *Investigación en la Escuela*, 6, 21-38.
- Sarda, A. (2003). Argumentar: Proposar i validar models. En Sanmartí, N. (coord), Calvet, M., Custodio, E., Estanya, J. L., Franco, R., García, M.P., Izquierdo, M., Màrquez, C., Oliveras, B., Ribas, N., Roca, M., Sardà, A., Solsona, N. y Via, A *Aprendre Ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Asociacion de maestros Rosa Sensat.
- Sarda, A., Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 18 (3), 405-422.
- Saura Soler, J.P., García de las Bayonas, A. y Martínez Muñoz, F. Grupo Johann Kepler (1989). Una aplicación de las SRT (scienced reasoning task): análisis de la relacion entre el nivel cognitivo y el rendimiento escolar en 8ª EGB *Enseñanza de las Ciencias*, 7(35), 247-250
- Schön, D. A. (1988). Designing: Rules, types and worlds. *Design Studies*. 9(3), 181-190
- Schön, D. A. (1991). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Aldershot: Ashgate Publishing Ltd.
- Schön, D. (1993). Teaching and Learning as a reflective conversation. En *Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado (I)*. Montero L y Vez J.M. (eds). 5-27. Santiago de Compostela: Tórculo Ediciones
- Scott, P., Asoko H. M. y Driver R. (1992). Teaching for conceptual change: A review of strategies. En Duit R., Goldberg F., Niedderer H. (1992), *Research in Physics*

Learning: Theoretical issues and empirical issues. Proceedings on a International Workshop. Kiel:IPN

Sensevy, G. y Santini, J. (2006). Modelisation: Un approche epistemologique. *Aster*, 43, 163-188

Sensevy, G., Tiberghien, A., Santini, J., Laubé, S. y Griggs, P. (2008). An epistemological approach to modeling: Cases studies and implications for science teaching. *Science Education*, 92(3), 424-446.

Serrano, C. E Ibarra, R. (2019). Por fin unos libros de texto con mujeres. *Periodistas por la igualdad*. Recuperado de <http://www.periodistasporlaigualdad.org/2019/02/11/por-fin-unos-libros-de-texto-con-mujeres/>

Settlage, J. (2000). Understanding the learning cycle: Influences on abilities to embrace the approach by preservice elementary school teachers. *Science Education*. 84(1), 43-50

Shayer, M. y Adey, P. (1984). *La ciencia de enseñar ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid:Editorial Narcea.

Shulman, L. S. (1993). Renewing the Pedagogy of Teacher Education: The impact of Subject-Specific Conceptions of Teaching. 53-70. En *Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado (I)*. Montero L y Vez J.M. (eds). Santiago de Compostela: Tórculo Ediciones.

Smith, D. C. y Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5(1), 1-20. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0742051X89900152>

Solbes, J, Dominguez X. y Furió C. (2011). *Materials per a l'ensenyament i aprenentatge de la física y química*. Recuperado de <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/21429/Binder3.pdf?sequence=7>

- Solomon J. y Aikenhead G. (ed.) (1994). *STS Education. International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College. Columbia University.
- Solsona, N. (1998). *L'emergència de la interpretació dels fenòmens químics. Tesis Doctoral*, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Solsona, N. (2002). *La actividad científica en la cocina*. Madrid: Instituto de la Mujer (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales)
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid: Morata
- Sutton, C. (1992). *Words, science and learning*. Buckingham: Open University Press.
- Sutton, C. (1996). Beliefs about science and beliefs about language. *International Journal of Science Education*, 18(1), 1-18.
- Sutton, C. (1997). Ideas sobre la Ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 12, 8-32.

T

- Tabachnick B. R. y Zeichner K. M. (1999). Action research and the development of conceptual change teaching of science, *Science Education*, 89(3), 309–322.
- Talizina, N. F. (1988). *Psicología de la Enseñanza*. MIR. Moscú.
- Tobin, K. (1993). Referents for making sense of science teaching. *International Journal of Science Education*, 15(3), 241-254.
- Tobin, K. y Espinet M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), 105-120.
- Torres Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica@ Educare XIV*(1), 131-142.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana: El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.

V

- Valls, R. (2000). *Comunidades de aprendizaje: una práctica educativa de aprendizaje dialógico para la sociedad de la información*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Varda B., Koren P., Rubin, E. y Gail Buck, A. (2013). Changing the Image of Scientists among College Students in Israel. *American Journal of Educational Research*, 1(9), 396-405
- Vázquez Díaz, J. R. (1995). Psicología y didáctica de las ciencias naturales. En Alfredo Goñi Grandmontagne (coord.) *Psicodidáctica y aprendizajes escolares*. 105-150. Leioa: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Servicio de Publicaciones.
- Viennot, L. (1979). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Hermann. Paris.
- Viennot, L. (2007). La physique dans la culture scientifique: entre raisonnement, récit et rituels. *Aster*, 44, 23-40.
- Vilches, A. y Gil Pérez, D. (2007). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad, *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, 67-85. Recuperado de <http://www.uv.es/~vilches/documentos%20enlazados/TED%202007%20Formaci%F3n%20prof.pdf>
- Vilches, A. (2021). Educación científica y Sociedad. La educación científica frente al reto de los Objetivos de la Agenda 2030. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado*. Córdoba: Universidad de Córdoba (Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales del Departamento de Didácticas Específicas) y APICE (Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales).

- Villalba, A. (2011). *El discurso expositivo del profesorado en contexto escolar en L1 y L2*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <http://eprints.ucm.es/14463/1/T33445.pdf>
- Villalba, A., González-Rivera, M. D., Díaz Pulido B. (2017). Obstacles perceived by physical education teachers to integrating ICT. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 16(1),83-92.
- Von Glasersfeld, E. (1989). Cognition, Construction of Knowledge, and Teaching. *Synthese*, 80(1), 121–140
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Vygotsky, L. S. (1982). *Pensamiento y Lenguaje*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.

W

- Wells, G. (2004). *Dialogic Inquiry. Toward a sociocultural Practice and theory of education*. Cambridge University Press:Cambridge.
- Wellington, J. (1989). *Skills and processes in science education. A critical analysis*. London: Routledge.
- Wellington, J. (1994). *Secondary science*. London: Routledge.
- Wertsch, J. (1993). *Voces de la Mente. Un Enfoque Sociocultural Para el Estudio de la Acción Mediada*. Madrid: Visor
- White, R. T. (1988). *Learning Science*. Oxford: Blackwell.
- White, R. T. (1999). Condiciones para un aprendizaje de calidad en la enseñanza de las ciencias.reflexiones a partir del proyecto PEEL. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), 3-15

Wideen, M., Mayer-Smith, J., y Moon, B. (1998). A critical analysis of the research on learning to teach: Making the case for an ecological perspective on inquiry. *Review of Educational Research*, 68(2), 130–178

Wittrock, M. C. (1989a). *La investigación de la enseñanza II. Métodos cualitativos y de observación*. Ediciones Paidós: Barcelona 196-427.

Wittrock, M. C. (1989b). *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. Ediciones Paidós: Barcelona. 9-184.

Woolnough, B. (2000). Authentic science in schools? an evidence-based rationale *Physics Education* 35(4), 293

Z

Ziman, J. (1985). *Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad*. Mexico: Fondo de Cultura Económica

Zimmermann, E. (2000). Modelos de Pedagogía de Profesores de Física: características e desenvolvimiento. *Caderno Catarinense de Física*. Florianópolis: UFSC, 17(2), 150-173

The background is a light gray pattern of various scientific icons. It includes chemistry glassware like flasks, beakers, and test tubes; physics symbols like alpha (α), beta (β), gamma (γ), and mu (μ); and other scientific objects like a balance scale, a globe, a bell, a stack of books, a microscope, and a candle. The icons are scattered across the page, creating a dense, thematic background.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo I.

Tabla XLIX. Número de actividades de cada Secuencia Didáctica

Etapa Educativa: Educación Primaria	Tema de la Secuencia Didáctica	Ciclo			Total
		C1	C2	C3	
	Alimentos	107	69	57	233
	Aparato Circulatorio	59	52	66	177
	Aparato Digestivo	85	85	173	343
	Aparato Excretor	41	18	0	59
	Aparato Respiratorio	69	81	0	150
	Atmósfera y meteorología	25	54	87	166
	Aves	39	0	59	98
	Bebidas	50	0	68	118
	Calor y temperatura	56	46	29	131
	El agua en la ciudad	0	73	89	162
	El pan y la bollería	67	0	80	147
	El suelo	65	99	56	220
	Electricidad	47	43	78	168
	Fuerza y Movimiento	45	50	109	204
	La reproducción humana (I)	0	1	34	35
	La reproducción humana (II)	60	56	49	165
	Las "chuches"	40	79	0	119
	Leche	62	107	61	230
	Los anfibios	32	30	0	62
	Los insectos	0	44	1	45
	Los peces	44	6	0	50
	Máquinas y aparatos	30	23	107	160
	Percepción de la luz (I)	0	37	0	37
	Percepción de la Luz (II)	47	46	29	122
	Reproducción de las plantas	30	33	0	63
	Ríos	52	0	85	137
	Rocas y Minerales	41	50	43	134
	Sistema Solar (I)	33	18	16	67
	Sistema Solar (II)	36	45	87	168
		1	2	3	
Total Educación Primaria		1262	1245	1463	3970

Anexo II.

Tabla L. Número de actividades en el primer ciclo por curso académico

Ciclo de Educación Primaria	Tema	Curso Académico			Total
		2009-2010	2010-2011	2012-2013	
C1	Anfibios	0	0	32	32
	Aparato respiratorio	0	0	69	69
	Peces	0	0	25	25
	Atmósfera y meteorología	0	0	25	25
	Calor y temperatura	0	0	56	56
	Aparato digestivo	0	0	85	85
	Bebidas	0	0	50	50
	Sistema Solar	0	33	0	33
	Sistema Solar	0	0	36	36
	Electricidad	0	0	47	47
	Alimentos	0	0	107	107
	Leche	0	0	63	63
	Rocas y minerales	0	0	41	41
	Aves	39	0	0	39
	Ríos	0	0	52	52
	Percepción de la luz. Visión.	0	0	47	47
	Fuerza y movimiento	0	0	45	45
	Aparato excretor	0	41	0	41
	Suelo	0	0	65	65
	Máquinas y aparatos	30	0	0	30
	Pan y dulces	0	0	67	67
	Reproducción de las plantas	0	30	0	30
	Las chuches	0	40	0	40
	Aparato reproductor	0	0	60	60
	Aparato circulatorio	0	0	59	59
Total		69	144	1031	1244

Anexo III.

Tabla LI. Número de actividades en el segundo ciclo por curso académico

Ciclo de Educación Primaria	Tema	Curso académico			
		2009-2010	2010-2011	2012-2013	Total
C2	Anfibios.	0	0	30	30
	Percepción de la luz.	0	37	0	37
	Aparato respiratorio	0	0	81	81
	Peces	0	0	25	25
	Atmósfera y meteorologíaa	0	0	54	54
	Calor y temperatura	0	0	46	46
	Aparato digestivo	0	0	85	85
	Sistema Solar	0	18	0	18
	Sistema Solar	0	0	45	45
	Electricidad	0	0	43	43
	Alimentos	0	0	69	69
	Leche	0	0	108	108
	Rocas y minerales	0	0	50	50
	Percepción de la luz. Visión	0	0	46	46
	Fuerza y movimiento	0	0	50	50
	Aparato excretor	0	18	0	18
	Insectos	0	44	0	44
	Suelo	0	0	99	99
	Máquinas y aparatos	23	0	0	23
	Reproducción de las plantas	0	33	0	33
	Chuches	0	79	0	79
	Aparato reproductor	0	0	56	56
	El agua en la ciudad	0	73	0	73
	Aparato circulatorio	0	0	52	52
Total		23	302	939	1264

Anexo IV.

Tabla LII. Número de actividades en el tercer ciclo desglosados por cursos académicos

Ciclo de Educación	Tema	Curso académico			Total
		2009-2010	2010-2011	2012-2013	
Primaria					
C3	Atmósfera y meteorología	0	0	87	87
	Calor y temperatura	0	0	29	29
	Aparato Digestivo	0	0	173	173
	Bebidas	0	0	68	68
	Sistema Solar	0	16	87	16
	Electricidad	0	0	78	78
	Alimentos	0	0	57	57
	Leche	0	0	61	61
	Rocas y minerales	0	0	43	43
	Aves	59	0	0	59
	Ríos	0	0	85	85
	Percepción de la luz. Visión	0	0	29	29
	Fuerza y movimiento	0	0	109	109
	Aparato excretor	0	35	0	35
	Suelo	0	0	56	56
	Máquinas y aparatos	0	0	107	107
	Pan y dulces	0	0	80	80
	La reproducción humana	0	0	49	49
	El agua en la ciudad	0	89	0	89
	Aparato circulatorio	0	0	66	66
		59	141	1264	1464
Total					

Anexo V.

Tabla LIII. Número de actividades por temas interdisciplinarios desglosados por ciclos y por cursos académicos

Ciclo	Tema : Interdisciplinar	Número de actividades.			Total
		Curso académico			
Educación Primaria		2009-2010	2010-2011	2012-2013	
C1	Tema	Atmósfera y meteorología	0	25	25
		Bebidas	0	50	50
		Alimentos	0	62	62
		Leche	0	63	63
		Ríos	0	52	52
		Suelo	0	65	65
		Pan y dulces	0	67	67
		Chuches	40	0	40
		Total	40	384	424
C2	Tema	Atmósfera y meteorología	0	54	54
		Alimentos	0	69	69
		Leche	0	108	108
		Suelo	0	99	99
		Chuches	79	0	79
		El agua en la ciudad	73	0	73
		Total	152	330	482
C3	Tema	Atmósfera y meteorología	0	87	87
		Bebidas	0	68	68
		Alimentos	0	57	57
		Leche	0	61	61
		Ríos	0	85	85
		Suelo	0	56	56
		Pan y dulces	0	80	80
		El agua en la ciudad	89	0	89
		Total	89	494	583
Total	Tema	Atmósfera y meteorología	0	166	166
		Bebidas	0	118	118
		Alimentos	0	188	188
		Leche	0	232	232
		Ríos	0	137	137
		Suelo	0	220	220
		Pan y dulces	0	147	147
		Chuches	119	0	119
		El agua en la ciudad	162	0	162
		Total	281	1208	1489

Anexo VI.

Tabla LIV. Número de actividades por temas de Física desglosados por ciclos y por cursos académicos.

Ciclo de Educación Primaria Tema: Física			Número de actividades		
			2009-2010	2010-2011	2012-2013
	Tema	Calor y temperatura		56	56
		Electricidad		47	47
		Fuerza y movimiento		45	45
	Total			148	148
C2	Tema	Calor y temperatura		46	46
		Electricidad		43	43
		Fuerza y movimiento		50	50
	Total			139	139
C3	Tema	Calor y temperatura		29	29
		Electricidad		78	78
		Fuerza y movimiento		109	109
	Total			216	216
Total	Tema	Calor y temperatura		131	131
		Electricidad		168	168
		Fuerza y movimiento		204	204
	Total			503	503

Anexo VII.

Tabla LV. Número de actividades por temas de Biología desglosados por ciclos y por cursos académicos

Ciclo de Educación		Número de actividades. Curso Académico.			
		2009-2010	2010-2011	2012-2013	Total
Primaria	Tema: Biología				
C1	Tema				
	Anfibios	0	0	32	32
	Aparato respiratorio	0	0	69	69
	Peces	0	0	25	25
	Aparato Digestivo	0	0	85	85
	Aves	39	0	0	39
	Percepción de la luz.				
	Visión	0	0	47	47
	Aparato excretor	0	41	0	41
	Reproducción de las plantas	0	30	0	30
	Aparato reproductor	0	0	60	60
	Aparato circulatorio	0	0	59	59
	Total	39	71	377	487
C2	Tema				
	Anfibios		0	30	30
	Percepción de la luz		37	0	37
	Aparato Respiratorio		0	81	81
	Peces		0	25	25
	Aparato digestivo		0	85	85
	Percepción de la luz. Visión.		0	46	46
	Aparato excretor		18	0	18
	Insectos		44	0	44
	Reproducción de las plantas		33	0	33
	Aparato reproductor		0	56	56
	Aparato circulatorio		0	52	52
	Total		132	375	507
C3	Tema				
	Aparato Digestivo	0	0	173	173
	Aves	59	0	0	59
	Percepción de la luz.				
	Visión.	0	0	29	29
	La reproducción humana	0	35	0	35
	Los insectos	0	1	0	1
	Aparato reproductor	0	0	49	49
	Aparato circulatorio	0	0	66	66
	Total	59	36	317	412
Total	Tema				
	Anfibios	0	0	62	62
	Percepción de la luz	0	37	0	37

		Número de actividades. Curso Académico.			
Ciclo de Educación	Tema: Biología	2009- 2010	2010- 2011	2012- 2013	Total
Primaria	Aparato respiratorio	0	0	150	150
	Peces	0	0	50	50
	Aparato digestivo	0	0	343	343
	Aves	98	0	0	98
	Percepción de la luz. Visión.	0	0	122	122
	Aparato excretor	0	59	0	59
	La reproducción humana	0	35	0	35
	Insectos	0	45	0	45
	Reproducción de las plantas	0	63	0	63
	Aparato reproductor	0	0	165	165
	Aparato circulatorio	0	0	177	177

Anexo VIII.

Tabla LVI. Número de actividades por temas de las Ciencias de la Tierra desglosados por ciclos y por cursos académicos

Ciclo de Educación Primaria	Tema. Geología. Universo	Número de actividades Curso académico			Total
		2009-2010	2010-2011	2012-2013	
C1	Tema Sistema Solar		33	0	33
	Sistema Solar		0	36	36
	Alimentos		0	45	45
	Rocas y Minerales		0	41	41
	Total		33	122	155
C2	Tema Sistema Solar		18	0	18
	Sistema Solar		0	45	45
	Rocas y Minerales		0	50	50
	Total		18	95	113
C3	Tema Sistema Solar		16	0	16
	Sistema Solar		0	87	87
	Rocas y Minerales		0	43	43
	Total		16	130	146
Total	Tema Sistema Solar		67	0	67
	Sistema Solar		0	168	168
	Alimentos		0	45	45
	Rocas y Minerales		0	134	134
	Total		67	347	414

Anexo IX.

Tabla LVII. *Número de actividades por temas de Tecnología desglosados por ciclos y por cursos académicos.*

Ciclo de Educación	Tema de Tecnología	Número de actividades.			Total
		Curso académico			
Primaria		2009-2010	2010-2011	2012-2013	
C1	Tema	Máquinas y aparatos	30		30
	Total		30		30
C2	Tema	Máquinas y aparatos	23		23
	Total		23		23
C3	Tema	Máquinas y aparatos		107	107
	Total			107	107
Total	Tema	Máquinas y aparatos	53		160
	Total		53	107	160

