



# Universidad Rey Juan Carlos

CIF: Marco Instruccional Colaborativo Guiado por  
Objetivos Educativos y su Aplicación al Aprendizaje de la  
Programación

TESIS DOCTORAL

Luis Miguel Serrano Cámara

**2015**





# Universidad Rey Juan Carlos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos, Estadística e Investigación Operativa

CIF: Marco Instruccional Colaborativo Guiado por  
Objetivos Educativos y su Aplicación al Aprendizaje de la  
Programación

TESIS DOCTORAL

**Doctorando:**

Luis Miguel Serrano Cámara

**Director:**

Dr. D. Maximiliano Paredes Velasco

**Codirector:**

Dr. D. Jesús Ángel Velázquez Iturbide



Dr. D. Maximiliano Paredes Velasco, Profesor Contratado Doctor del Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos, Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Rey Juan Carlos, como director de la Tesis Doctoral “*CIF: Marco Instruccional Colaborativo Guiado por Objetivos Educativos y su Aplicación al Aprendizaje de la Programación*” realizada por el doctorando D. Luis Miguel Serrano Cámara

Y Dr. D. Jesús Ángel Velázquez Iturbide, Catedrático de Universidad del Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos, Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Rey Juan Carlos, como codirector de la Tesis Doctoral “*CIF: Marco Instruccional Colaborativo Guiado por Objetivos Educativos y su Aplicación al Aprendizaje de la Programación*” realizada por el doctorando D. Luis Miguel Serrano Cámara

HACEN CONSTAR

que esta Tesis Doctoral reúne los requisitos necesarios para su defensa y aprobación.

En Móstoles, a 18 de Junio de 2015

Dr. D. Maximiliano Paredes Velasco

Dr. D. Jesús Ángel Velázquez Iturbide



A mi familia





## **Agradecimientos**

*En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a mis directores de tesis, D. Maximiliano Paredes Velasco y D. J. Ángel Velázquez Iturbide. Sus conocimientos y dedicación han sido determinantes e imprescindibles para este trabajo, así como su apoyo, ánimo y motivación en los momentos difíciles. Gracias por su cercanía y ayuda. Sois una gran inspiración.*

*A mis compañeros de la Universidad Rey Juan Carlos, especialmente a Ascensión Lovillo e Isidoro Hernán por su inestimable ayuda en la experimentación. A María Eugenia, su ayuda en el proceso estadístico ha sido valiosísima. A Carlos Alcover, por su orientación, participación y soporte en el análisis de la motivación de los alumnos.*

*Por supuesto a mi familia, por tantos momentos robados. A mi padre, Juan José por mis tardes de ausencia, a mi tía María Juana, por su paciencia y múltiples ayudas en tareas cotidianas, y por supuesto a mi madre Amparo que siempre estará en mi corazón. A mi compañero Jorge, por su paciencia infinita y apoyo. A mi querida amiga aurora Gómez, por sus innumerables sugerencias y ánimos.*

*Además, quiero expresar mi gratitud a mis compañeros de inglés del I.E.S. Enrique Tierno Galván, por sus ayudas en traducciones, correcciones y valiosas aportaciones.*

*Por último y no menos importante, quiero agradecer a los alumnos de la Universidad Rey Juan Carlos su participación en la experimentación, su entusiasmo e ideas han permitido hacer de la experimentación una tarea muy gratificante y valiosa.*

*Esta tesis doctoral a sido posible gracias a múltiples personas, mis excelentes tutores, mis generosos compañeros, y mi formidable familia y amigos. En la vida, el contexto social es determinante, yo doy gracias por el mío.*



# Índice General

<b>Índice de Tablas.....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>ix</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>xi</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>xiii</b>

## **Capítulo 1. Introducción .....1**

1.1	Introducción .....	3
1.2	Motivación .....	3
1.3	Hipótesis y objetivos.....	5
1.4	Metodología de investigación utilizada .....	7
1.5	Aportaciones principales.....	9
1.6	Organización de la memoria .....	11

## **Capítulo 2. Estado del Arte ..... 13**

2.1	Introducción .....	15
2.2	Teorías educativas y sus paradigmas .....	15
2.2.1	Paradigma conductivista.....	15
2.2.2	Paradigma cognitivo .....	16
2.2.3	Paradigma constructivista.....	17
2.3	Motivación en la educación .....	21
2.4	Taxonomías de aprendizaje.....	22
2.4.1	Taxonomía de Bloom .....	23
2.4.2	Evolución histórica de las taxonomías de aprendizaje .....	28
2.4.3	Críticas a la taxonomía de Bloom.....	33
2.4.4	Aplicación de la taxonomía de Bloom y problemática.....	33
2.5	Aprendizaje colaborativo .....	34
2.6	Instrucción soportada por computador .....	37
2.6.1	CAI .....	37
2.6.2	ITS .....	39
2.6.3	LOGO-as-Latin.....	40
2.7	Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador CSCL .....	41

2.7.1	Investigaciones en el campo CSCL.....	42
2.7.2	CSCL como modelo instruccional .....	43
2.7.3	CSCL y su problemática en la evaluación .....	47
2.8	Sistemas CSCL.....	47
2.8.1	Cómo clasificar herramientas CSCL.....	48
2.8.2	Herramientas computacionales para el aprendizaje en el aula. ....	48
2.9	Resumen .....	56
<b>Capítulo 3. Collaborative Instructional Framework (CIF) .....</b>		<b>57</b>
3.1	Introducción.....	59
3.2	Marco instruccional CIF.....	60
3.2.1	Criterios para la implementación de CIF .....	61
3.3	Estructura de CIF.....	67
3.4	Cómo utilizar CIF.....	70
3.5	Descripción detallada de CIF .....	72
3.5.1	CIF independiente del dominio .....	72
3.5.2	Ilustración de la utilización de CIF para el dominio del aprendizaje de la programación .....	112
3.6	Resumen .....	118
<b>Capítulo 4. Herramientas desarrolladas de soporte a CIF. ....</b>		<b>119</b>
4.1	Motivación.....	121
4.2	Discusión sobre funcionalidades informáticas necesarias para CSCL y CIF.....	122
4.3	Arquitectura hardware y software .....	123
4.4	Utilización de MoCAS junto a CIF. ....	124
4.5	Evolución de MoCAS.....	131
4.5.1	MoCAS versión 2.....	131
4.5.2	MoCAS versión 3.....	134
4.6	Modelado de CIF mediante lenguajes de modelado educativo .....	136
4.6.1	Motivación .....	137
4.6.2	Elección del lenguaje de modelado educativo para CIF .....	137
4.6.3	Implementación de CIF con IMS LD.....	138
4.6.4	CIF-L: Modelado con Reload LD .....	139
4.6.5	CIF-L: CIF Modelado con Moodle .....	140

4.7	Otras herramientas.....	142
4.8	Resumen.....	144

**Capítulo 5. Evaluación..... 145**

5.1	Tipos de evaluación .....	147
5.2	Motivación en el proceso de aprendizaje.....	147
5.3	Evaluación de CIF .....	148
5.3.1	Planteamiento del problema .....	148
5.3.2	Formulación de hipótesis.....	149
5.3.3	Identificación de variables.....	149
5.3.4	Población y Muestra .....	150
5.3.5	Desarrollo del experimento .....	150
5.3.6	Obtención de datos .....	151
5.3.7	Resultados.....	152
5.3.8	Análisis de los datos .....	153
5.3.9	Conclusiones sobre la evaluación.....	155
5.4	Evaluación de CIF y MoCAS v1 .....	156
5.4.1	Objetivos.....	156
5.4.2	Formulación de la Hipótesis .....	157
5.4.3	Identificación de variables.....	157
5.4.4	Población y Muestra .....	157
5.4.5	Desarrollo del experimento .....	158
5.4.6	Obtención de datos .....	160
5.4.7	Resultados.....	160
5.4.8	Análisis de los resultados .....	161
5.4.9	Conclusiones sobre la evaluación.....	164
5.5	Evaluación de CIF y MoCAS v3 .....	164
5.5.1	Objetivos.....	164
5.5.2	Formulación de las Hipótesis .....	165
5.5.3	Identificación de variables.....	167
5.5.4	Población y Muestra .....	167
5.5.5	Desarrollo del experimento .....	168
5.5.6	Obtención de datos .....	170
5.5.7	Resultados y análisis de datos .....	170

5.5.8	Conclusiones sobre la evaluación .....	181
5.6	Conclusiones generales de las tres evaluaciones .....	182
<b>Capítulo 6. Conclusiones.....</b>		<b>185</b>
6.1	Consecución de los objetivos fijados y verificación de las hipótesis. ....	187
6.2	Reflexiones sobre las aportaciones.....	189
6.3	Futuras líneas de investigación.....	192
<b>Apéndice A - Criterios de análisis del objetivo educativo trece.....</b>		<b>195</b>
<b>Apéndice B - Instrumentos de Evaluación de objetivos educativos .....</b>		<b>199</b>
<b>Apéndice C - Instrumentos Evaluación CIF.....</b>		<b>205</b>
	Pre-test 2007/2008.....	205
	Post-test 2007/2008 .....	208
	Material Colaborativo Desarrollado Conforme a CIF para el Experimento 2007/2008	210
<b>Apéndice D - Instrumentos Evaluación de CIF y MoCAS v1.....</b>		<b>213</b>
	Pre-test 2010/2011 .....	213
	Post-test 2010/2011 .....	218
	Material Colaborativo Desarrollado Conforme a CIF para el Experimento 2010/2011	220
<b>Apéndice E - Instrumentos Evaluación de CIF y MoCAS v3.....</b>		<b>221</b>
	Pre-test 2011/2012 .....	221
	Post-test 2011/2012 .....	225
	Material Colaborativo Desarrollado Conforme a CIF para el Experimento 2011/2012	230
	Escala de Motivación Situacional EMSI .....	231
<b>Bibliografía.....</b>		<b>233</b>

# Índice de Tablas

Tabla 1. Publicaciones principales .....	10
Tabla 2. Publicaciones en SITIAE y JITICE.....	11
Tabla 3. Estructura de la taxonomía de Bloom (1956).....	25
Tabla 4. Niveles de la taxonomía de Bloom en el dominio cognitivo.....	26
Tabla 5. Taxonomía revisada de Bloom (TRB) .....	31
Tabla 6. Taxonomía Matricial .....	31
Tabla 7. Relación entre la taxonomía de Bloom y otras taxonomías de aprendizaje según Anderson (2001). .....	32
Tabla 8. Resumen de herramientas informáticas CSCL y MCSCL .....	55
Tabla 9. Criterios para selección del nivel de la taxonomía de Bloom para implementar CIF. ....	62
Tabla 10. Análisis de Elementos - Objetivos educativos .....	66
Tabla 11. Análisis de relaciones entre elementos - Objetivos educativos.....	66
Tabla 12. Análisis de principios organizacionales - Objetivos educativos .....	67
Tabla 13. Acciones atómicas .....	69
Tabla 14. Relación de objetivos educativos, verbos e IDCs de CIF .....	73
Tabla 15. IDC1 - Actividad independiente del dominio - primer objetivo educativo.....	76
Tabla 16. DC1 - Actividad dependiente dominio - primer objetivo educativo .....	77
Tabla 17. IDC2 - Actividades del segundo objetivo .....	78
Tabla 18. DC2 - Actividades del segundo objetivo - dominio de la programación .....	80
Tabla 19. IDC3 - Actividad del tercer objetivo .....	82
Tabla 20. DC3 - Actividad del tercer objetivo - dominio de la programación.....	83
Tabla 21. IDC4 - Actividad del cuarto objetivo .....	84
Tabla 22. DC4 - Actividad del cuarto objetivo - dominio de la programación.....	85
Tabla 23. IDC5 - Actividad del quinto objetivo.....	86
Tabla 24. DC5 - Actividad del quinto objetivo - dominio de la programación.....	87
Tabla 25. IDC6 - Actividad del sexto objetivo.....	89
Tabla 26. DC6 - Actividad del sexto objetivo - dominio de la programación .....	90
Tabla 27. IDC7 - Actividad del séptimo objetivo .....	91
Tabla 28. DC7 - Actividad del séptimo objetivo - dominio de la programación .....	92
Tabla 29. IDC8 - Actividad del octavo objetivo .....	93
Tabla 30. DC8 - Actividad del octavo objetivo - dominio de la programación .....	94
Tabla 31. IDC9 - Actividad del noveno objetivo .....	95
Tabla 32. DC9 - Actividad del noveno objetivo - dominio de la programación .....	96
Tabla 33. IDC10 - Actividad del décimo objetivo .....	97
Tabla 34. DC10 - Actividad del décimo objetivo - dominio de la programación .....	98
Tabla 35. IDC11 - Actividad del undécimo objetivo .....	99
Tabla 36. DC11 - Actividad del undécimo objetivo - dominio de la programación .....	100
Tabla 37. IDC12 - Actividad del duodécimo objetivo .....	102
Tabla 38. DC12 - Actividad del duodécimo objetivo - dominio de la programación .....	103
Tabla 39. IDC13 - Actividad del decimotercer objetivo .....	104
Tabla 40. DC13 - Actividad del decimotercer objetivo - dominio de la programación ....	105
Tabla 41. IDC14 - Actividad del decimocuarto objetivo .....	106
Tabla 42. DC14 - Actividad del decimocuarto objetivo - dominio de la programación ...	107
Tabla 43. IDC15 - Actividad del decimoquinto objetivo .....	108
Tabla 44. DC15 - Actividad del decimoquinto objetivo - dominio de la programación...	109
Tabla 45. IDC16 - Actividad del decimosexto objetivo.....	110
Tabla 46. DC16 - Actividad del decimosexto objetivo - dominio de la programación.....	111

Tabla 47. Enunciado 1 para la DC1 .....	113
Tabla 48. Enunciado 2 para la DC1 .....	114
Tabla 49. Resultado Grupo A sobre enunciado 1.....	115
Tabla 50. Resultado Grupo B sobre enunciado 2.....	115
Tabla 51. Resultado Grupo A sobre enunciado 2.....	116
Tabla 52. Resultado Grupo B sobre enunciado 1.....	116
Tabla 53. Tabla consensuada sobre el enunciado 1 .....	117
Tabla 54. Tabla consensuada sobre el enunciado 2. ....	117
Tabla 55. Niveles de experimentación de Herron. ....	122
Tabla 56. Mejoras a realizar en MoCAS versión 1 .....	131
Tabla 57. Incorporación de mejoras en versión 2 de MoCAS. ....	132
Tabla 58. Herramientas de autor para IMS LD.....	139
Tabla 59. Distribución de las muestras .....	150
Tabla 60. Conceptos a medir y número de preguntas en los test .....	152
Tabla 61. Estadísticos descriptivos generales pre-test y post-test.....	152
Tabla 62. Estadísticos descriptivos post-test por subconceptos.....	152
Tabla 63. Intervalos de confianza .....	153
Tabla 64. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (p) por subconceptos. ....	154
Tabla 65. Prueba no paramétrica de muestras independientes Mann-Whitney .....	154
Tabla 66. Distribución de muestras experimento CIF y MoCAS versión 1 .....	158
Tabla 67. Estadísticos descriptivos del experimento CIF y MoCAS versión 1 .....	160
Tabla 68. Test de Normalidad .....	162
Tabla 69. Test POS-HOC de Scheffé.....	163
Tabla 70. Distribución de las muestras del experimento CIF y MoCAS v3.....	168
Tabla 71. Estadísticos descriptivos de la variable de estudio LE del experimento CIF y MoCAS v3.....	170
Tabla 72. Prueba de normalidad de la variable LE .....	171
Tabla 73. Prueba de homogeneidad de varianzas de la variable LE.....	171
Tabla 74. Estadísticos de contraste Kruskal-Wallis para la variable LE .....	172
Tabla 75. Estadísticos descriptivos de la variable motivación.....	172
Tabla 76. Test de normalidad de variable motivación .....	173
Tabla 77. Test de Levene variable motivación .....	173
Tabla 78. Test Anova variable motivación .....	173
Tabla 79. Post-hoc sobre test de Scheffé para variable motivación.....	173
Tabla 80. Estadísticos descriptivos de la variable motivación intrínseca .....	174
Tabla 81. Estadísticos descriptivos de la variable motivación extrínseca vía regulación identificada.....	174
Tabla 82. Estadísticos descriptivos de la variable motivación extrínseca vía regulación externa .....	174
Tabla 83. Estadísticos descriptivos de la variable desmotivación .....	175
Tabla 84. Pruebas de normalidad motivación dimensión intrínseca.....	175
Tabla 85. Pruebas de normalidad motivación dimensión extrínseca vía regulación identificada.....	175
Tabla 86. Pruebas de normalidad motivación dimensión extrínseca vía regulación externa .....	175
Tabla 87. Pruebas de normalidad motivación dimensión desmotivación .....	175
Tabla 88. Intervalos de confianza para motivación intrínseca .....	176
Tabla 89. Intervalos de confianza para motivación extrínseca vía regulación identificada .....	177
Tabla 90. Intervalos de confianza para motivación extrínseca vía regulación externa.....	177



Tabla 91. Intervalos de confianza para desmotivación.....	177
Tabla 92. K-W motivación intrínseca .....	178
Tabla 93. K-W motivación extrínseca vía regulación identificada .....	178
Tabla 94. K-W motivación extrínseca vía regulación externa .....	178
Tabla 95. K-W desmotivación.....	178
Tabla 96. Tabla de diferencias teóricas entre parejas de metodologías didácticas.....	179
Tabla 97. Diferencias observadas motivación intrínseca .....	180
Tabla 98. Diferencias observadas motivación extrínseca vía regulación externa .....	180
Tabla 99. Diferencias observadas desmotivación.....	181
Tabla 100. Comparativa de contrastes para la variable motivación en sus cuatro dimensiones .....	181
Tabla 101. Distribución de los objetivos parciales en la memoria de la tesis .....	187
Tabla 102. Tipos de Preguntas estructuradas más utilizadas en pruebas objetivas .....	202



# Índice de Figuras

Figura 1. Estructura de cada IDC de CIF .....	68
Figura 2. Utilización CIF en el aula .....	71
Figura 3. Arquitectura necesaria para la plataforma informática. ....	124
Figura 4. Instrucción guiada por CIF y MoCAS. ....	125
Figura 5. Servidor MoCAS (visión del profesor). ....	126
Figura 6. MoCAS cliente pestaña código (code).....	128
Figura 7. MoCAS cliente pestaña tabla (table).....	128
Figura 8. Solución colaborativa de la clase .....	129
Figura 9. Solución automática y corrección de la solución colaborativa del aula.....	130
Figura 10. Interfaz servidor MoCAS v2, creación entorno .....	133
Figura 11. Interfaz servidor MoCAS v2, solución grupal y corrección automática.....	133
Figura 12. Interfaz cliente MoCAS v2 .....	134
Figura 13. MoCAS cliente v3 - browser .....	136
Figura 14. Funcionalidad - comentarios sobre ejercicio.....	136
Figura 15. CIF-L modelado con Moodle.....	140
Figura 16. Interfaz de usuario de CIF-L en un navegador Web.....	141
Figura 17. Interfaz de cliente herramienta TACAC. ....	142
Figura 18. TACAC mejorada e integrada en MoCAS v3 .....	143
Figura 19. Área de variables desplegada TACAC en MoCAS v3 .....	143
Figura 20. Desarrollo del experimento CIF y aprendizaje individual .....	151
Figura 21. Desarrollo del experimento CIF y MoCAS versión 1.....	159
Figura 22. Evolución de medias y LE (media <i>Learning Efficiency</i> ) por grupos .....	161
Figura 23. Desarrollo del experimento CIF y MoCAS v3 .....	169



# Resumen

A lo largo de esta tesis se presenta, desarrolla y utiliza un marco instruccional colaborativo denominado CIF (*Collaborative Instructional Framework*), que basado en la taxonomía de Bloom, facilita a los docentes la instrucción de clases colaborativas con o sin soporte computacional.

Existen múltiples aproximaciones metodológicas de aprendizaje activo que facilitan la instrucción en el aula, tanto cooperativas como colaborativas, pero en nuestro proceso de investigación no se ha encontrado ninguna aproximación colaborativa que permita el desarrollo instruccional de objetivos educativos concretos. La identificación de los objetivos educativos la realizamos gracias a la taxonomía de Bloom, que organiza, mediante seis niveles de complejidad creciente, los objetivos educativos involucrados en el proceso de aprendizaje. La elección de la taxonomía de Bloom como marco de referencia es debida a su clara identificación de objetivos educativos y a su amplia aceptación. Estos objetivos educativos facilitan la evaluación del aprendizaje y la creación de materiales específicos para su desarrollo. Lamentablemente, al ser la taxonomía de Bloom una taxonomía generalista, su utilización no resulta una tarea sencilla. Es en este punto, donde se identifica la necesidad de investigar la creación de un marco instruccional que desarrolle, con un acercamiento colaborativo, parte de los objetivos educativos identificados por Bloom. El marco instruccional colaborativo propuesto, se centra en el cuarto nivel o nivel de análisis de la taxonomía de Bloom. La elección del nivel de análisis se ha realizado de acuerdo a la adecuación de sus objetivos educativos para ser desarrollados mediante actividades colaborativas.

El marco instruccional colaborativo CIF está concebido para su utilización en el mayor número posibles de dominios de aprendizaje, mediante un conjunto de dieciséis fichas, denominadas fichas guía independientes del dominio, una por objetivo educativo. Su aplicación para un dominio particular requiere de una adaptación mínima por parte del docente. Con el objetivo de ilustrar su adaptación y utilización en el aula, se presenta CIF para el dominio del aprendizaje de la programación.

Para facilitar la utilización de CIF y así poder comprobar su viabilidad y calidad, se ha desarrollado una plataforma informática colaborativa que da soporte computacional a la primera ficha guía para el dominio del aprendizaje de la programación. Esta plataforma se denomina MoCAS (*Mobile Collaborative Argument Support*) e implementa todas las acciones atómicas que constituyen cada ficha de CIF y se centra en el aprendizaje del concepto ámbito y vigencia de identificadores en programación procedimental.

Finalmente, toda propuesta investigadora requiere de una verificación que permita constatar los logros alcanzados. La experimentación se ha realizado con alumnos en el aula y en laboratorios informáticos a lo largo de tres cursos académicos. Se han analizado las aportaciones que CIF y CIF junto a MoCAS tienen frente a otras metodologías didácticas tales como: aprendizaje colaborativo o aprendizaje individual. Los estudios se han centrado en las dimensiones de eficacia educativa y de motivación, obteniéndose resultados prometedores en ambas dimensiones. Además, y gracias a la amplia experimentación realizada durante estos tres cursos académicos, se ha perfeccionado y mejorado la usabilidad de MoCAS mediante tres prototipos integrados, que permiten su utilización en múltiples dispositivos hardware.



# Abstract

Throughout this thesis, a Collaborative Instructional Frame (CIF) is presented, developed and used. It is based on Bloom's taxonomy which facilitates the instruction of collaborative lessons with or without computer support.

There are plenty of methodological approaches dealing with active learning that make the teaching process inside the classroom easier, both cooperative and collaborative, but during our research we have found no collaborative methodological framework that permits the instructional development of educational objectives in particular. The identification of these educational objectives could be carried out thanks to Bloom's taxonomy, which organizes the objectives involved in the learning process into 6 different levels of complexity. We chose Bloom's taxonomy as a reference framework because of its clear identification of the educational objectives and its wide acceptance. These objectives, at the same time, make both the assessing of the learning process and also the creation of specific materials for its development easier. Unfortunately, due to the fact that Bloom's taxonomy is generalist, using it is not an easy task. And it's here where we have identified the need of investigating the creation of an institutional framework that develops, with a collaborative approach, part of the educational objectives identified by Bloom. The Collaborative Instructional Framework (CIF) proposed focuses on the 4th level or Analysis level according to Bloom's taxonomy. The election of the analysis level has been carried out according to the adaptation of its educational objectives to be developed by means of collaborative activities.

The CIF framework has been conceived to be used in the highest amount of learning domains as possible by means of a set of 16 cards, one for each educational objective, known as independent domain cards. Its application to a particular domain needs a minimum adaptation from the teacher. Aiming to illustrate its adaptation and use in the classroom, CIF is introduced to the domain of programming learning.

In order to facilitate the use of CIF and also to be able to check its quality and viability, a collective educational platform has been developed to give computing support to the first domain card for programming learning. The platform, called MoCAS (Mobile Collaborative Argument Support), implements all the atomic actions that are part of every card in CIF, and it is focused on the learning of scope of identifiers in procedural programming.

Finally, every research needs to verify if it confirms the achievements. The experimentation has been carried out with students in the classroom and computer labs along 3 academic courses. The contributions of CIF and CIF together with MoCAS have been analyzed in contrast with other didactic methodologies such as collaborative learning or individual learning. The analyses have focused on educational efficiency and motivation, obtaining promising results in both aspects. In addition, and thanks to the wide experimentation carried out along these years, we have perfected and improved the usability of MoCAS by means of 3 integrated prototypes that allow its use in a wide variety of hardware devices.





# Capítulo 1. Introducción

*La presente memoria de tesis doctoral aborda el aprendizaje colaborativo dentro del aula, proponiendo un marco instruccional colaborativo que guíe a docentes y alumnos en la creación y realización de actividades de enseñanza-aprendizaje colaborativas.*

*En este capítulo se presenta el trabajo de investigación realizado a través de las siguientes secciones: motivación de la investigación; formulación de las hipótesis de trabajo y los objetivos derivados de las mismas; metodología de investigación utilizada; principales aportaciones derivadas de esta memoria de tesis doctoral y organización de la memoria.*



## 1.1 Introducción

Este primer capítulo describe el contexto social, metodológico y tecnológico en los que se sustentan los trabajos de esta memoria de tesis doctoral. Estos contextos enmarcan el trabajo de investigación permitiendo identificar las motivaciones y necesidades que la han sustentado. Se continúa con la enumeración de las hipótesis de trabajo, así como los objetivos propuestos, destacándose las aportaciones derivadas de la investigación. En la última parte del capítulo, se describen y presentan los siguientes capítulos que conforman la memoria.

## 1.2 Motivación

La enseñanza tradicional, entendida esta como clases magistrales, centra el proceso de enseñanza-aprendizaje en el docente. Este asume el rol activo y como experto en la materia, transmite sus conocimientos a los alumnos, que de forma pasiva actúan como meros receptores de la información. Esta actitud pasiva del alumno genera una falta de motivación, debida a la monotonía y a la ausencia de retos, produciendo una baja retención de lo expuesto por el profesor (Kwok & Ma, 1999). La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje es un elemento determinante para que este sea efectivo (Piaget, 1978).

Buscando desarrollar y fomentar el aprendizaje activo en la educación superior, así como la convergencia de los sistemas educativos europeos, en 1991 surge en Bolonia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), y su posterior desarrollo en Praga (2001), Berlín (2003), Bergen (2005) y Londres (2007). El EEES, a través del instrumento denominado Proceso Bolonia y programas como *Lifelong Learning* de la Comisión Europea (Tuschling & Engemann, 2006), promueve el uso de modelos instruccionales donde el alumno juegue un rol más activo en la instrucción del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El aprendizaje activo se enmarca dentro del paradigma constructivista y sus corrientes Socio-Constructivista, Socio-Cultural y Teoría Situacional. En esta evolución toma especial relevancia la interacción social del individuo como un elemento crucial para su aprendizaje. Este aprendizaje social requiere de entornos de aprendizaje donde el alumno tenga un rol más activo que en una clase tradicional (Alexander & Murphy, 1998; Association, 1993).

La aplicación de modelos de aprendizaje activo se comenzó a utilizar en la década de los años 70 mediante el aprendizaje colaborativo, entendido como; "... un sistema de interacción cuidadosamente diseñado que organiza e induce la influencia recíproca entre los integrantes de un equipo" (Johnson & Johnson, 1975). El aprendizaje colaborativo se desarrolla a través de un proceso gradual en el que los estudiantes, individual y grupalmente, se sienten mutuamente comprometidos con el aprendizaje de los demás, generando una interdependencia positiva que no implique competencia. Para trabajar en colaboración es necesario compartir experiencias, conocimientos y tener una clara meta grupal, donde la retroalimentación es esencial para el éxito de dicha empresa. Citando a Gros (Gros, 2007) "lo que debe ser aprendido sólo puede conseguirse si el trabajo del grupo es realizado en colaboración. Es el grupo el que decide cómo realizar la tarea, qué procedimiento adoptar, cómo dividir el trabajo y las tareas a realizar". Este conjunto de métodos de instrucción permiten desarrollar en el alumno habilidades personales y sociales, logrando que cada integrante del grupo se sienta responsable no sólo de su

## 1.2. MOTIVACIÓN

aprendizaje, sino del de los restantes miembros del grupo. Según Vygotsky (1978), la comunicación y las relaciones entre aprendices tienen una gran importancia en el aprendizaje, por lo tanto, al realizar los alumnos una tarea colaborativa, y surgir dudas y disyuntivas, se genera una comunicación e interrelación que propicia el aprendizaje (Andriessen, Baker, & Suthers, 2003).

Sin embargo, la continua interacción entre los individuos del grupo, sugerida por Vygotsky, requiere de una planificación extra de la clase, así como una identificación clara de los objetivos educativos que se desean alcanzar. Para el docente, este cambio de paradigma implica una detallada definición de la clase colaborativa, con objetivos, materiales de trabajo, división del tópico a tratar en subtarefas, etc. Además, el docente ha de oficiarse de mediador cognitivo, proponiendo preguntas esenciales y secundarias que realmente apunten a la construcción del conocimiento y no a la mera repetición de información obtenida. Además, finalmente, el docente ha de realizar un seguimiento del trabajo realizado, resolviendo cuestiones puntuales, tanto individuales como grupales.

El cambio de paradigma a modelos activos de aprendizaje es ampliamente utilizado en la comunidad universitaria, así como en niveles educativos inferiores, mediante métodos cooperativos y colaborativos que guían la instrucción. Entre los métodos cooperativos destacan *Jigsaw* (Aronson, 1978), *Student Team Learning* (Slavin, 1978b), *Learning Together*, *Group Investigation* (Sharan & Hertz-Lazarowitz, 1980), *Scripted Cooperation* (Lambiotte et al., 1987), y *Peer Tutoring*. Entre los métodos colaborativos se pueden resaltar PBL (*Problem-Based Learning*) (Dochy, Segers, Van den Bossche, & Gijbels, 2003), (Ellis et al., 1998), POL (*Project-Oriented Learning*) (Blumenfeld et al., 1991; Jones, Rasmussen, & Moffitt, 1997), y CBL (*Case-Based Learning*, CBL) (Barnes, 1994) (Harvard Business School, 2003). No obstante, este cambio de modelo genera nuevos retos a los docentes, como el desarrollo de una instrucción detallada, la creación de materiales o la evaluación del grado de consecución de los contenidos adquiridos.

Así mismo, la rápida evolución de la computación ha permitido incorporar el computador en el aula, llegando a ser un elemento esencial en la instrucción. Los modelos instruccionales basados en computador han evolucionado, desde sistemas que asisten en la instrucción denominados CAI (*Computer Assisted Instruction*), sistemas tutores que guían y supervisan al aprendiz en su proceso cognitivo o ITS (*Intelligent Tutoring System*), hasta sistemas que utilizan metáforas simplificadas para el aprendizaje, denominados LOGO-as-Latin. Estos tres modelos instruccionales no contemplan la dimensión social del aprendizaje. No obstante, existe un cuarto modelo instruccional asistido por computador, denominado aprendizaje colaborativo soportado por computador o CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*). CSCL se basa en la cognición social, así como en tres grandes corrientes: socio-constructivismo, socio cultural y teoría situacional, descritos con detalle en el capítulo 2 de esta memoria. CSCL constituye una estrategia pedagógica que obtiene grandes logros, permitiendo a los alumnos construir su aprendizaje junto a otros individuos de forma grupal (Dirckinck-Holmfeld, 2006). CSCL ha dado lugar a la creación de múltiples acercamientos, tanto de propósito general, como dependientes de un dominio específico de aprendizaje.

Sin embargo, estos métodos activos ya sean asistidos por computadores o no, no están referenciados a una taxonomía que guíe en la elección del objetivo educativo a

desarrollar, dificultándose por tanto su evaluación. Es en este punto, donde la utilización de taxonomías educativas proporciona modelos para catalogar, estructurar y evaluar la adquisición de conocimientos. En una breve recopilación de las taxonomías pedagógicas existentes, y atendiendo a su cronología e influencias recibidas de la evolución y desarrollo de la psico-pedagogía, identificamos la taxonomía presentada por B. Bloom et al. en 1956, denominada taxonomía de Bloom, como la taxonomía que más claramente identifica los objetivos educativos. Estos objetivos educativos están agrupados en seis niveles acumulativos y de complejidad creciente. No obstante, la aplicación de la taxonomía de Bloom por el docente no es inmediata, ya que al ser de propósito general, enuncia los objetivos educativos de forma abierta y poco específica, además de no estar desarrollada para aprendizaje activo.

Teniendo en cuenta la problemática de aplicación, junto con las dificultades suscitadas en la utilización de los métodos activos de aprendizaje, se ha identificado la necesidad de desarrollar un Marco Instruccional Colaborativo (*Collaborative Instructional Framework*, CIF), que desarrolle el nivel de análisis de la taxonomía de Bloom mediante métodos colaborativos de aprendizaje y que sea trasladable, de forma sencilla y práctica, a cualquier dominio de aprendizaje, facilitándose así la instrucción de clases colaborativas guiadas por objetivos educativos. Además, con el objetivo de dotar a CIF de una dimensión tecnológica y facilitar su utilización y evaluación experimental, bajo el paradigma CSCL se ha desarrollado una herramienta informática denominada MoCAS (*Mobile Collaborative Argument Support*) que proporciona un completo soporte computacional a la instrucción conforme a CIF.

### 1.3 Hipótesis y objetivos

Basándonos en los planteamientos expuestos en la sección anterior, se proponen las siguientes **hipótesis de trabajo**:

*"La creación de un marco instruccional colaborativo basado en los objetivos educativos de la taxonomía de Bloom, permite desarrollar clases colaborativas con una mayor eficacia de aprendizaje y tiene un impacto positivo en la motivación de los alumnos"*

*"La incorporación de una herramienta informática colaborativa, desarrollada conforme al marco instruccional propuesto, mejora los resultados en las dimensiones de eficacia de aprendizaje y motivación"*

Partiendo de estas hipótesis de trabajo se derivan los siguientes **objetivos principales**:

*"Definir un marco instruccional colaborativo que desarrolle, con un acercamiento colaborativo, los objetivos educativos propuestos para un nivel de la taxonomía de Bloom, y su evaluación en las dimensiones de eficacia de aprendizaje y motivación"*

*"Desarrollar una herramienta informática colaborativa, inspirada en el marco instruccional, que de soporte completo a la instrucción y al proceso de aprendizaje de los alumnos, evaluando su aportación en las dimensiones de eficacia de aprendizaje y motivación".*

### 1.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La culminación de estos objetivos pasa por alcanzar una serie de objetivos parciales más específicos agrupados según sus características en cuatro dimensiones (pedagógica y social, tecnológica, experimental y de transferencia), y enunciados a continuación:

Dimensión pedagógica y social:

1. *"Estudio de las principales corrientes psicopedagógicas y taxonomías de aprendizaje, prestando especial atención a sus diferencias respecto a la taxonomía de Bloom"*.
2. *"Estudio de modelos instruccionales con o sin soporte computacional, así como métodos activos de aprendizaje, identificando sus características y aportaciones más significativas"*.
3. *"Identificación del nivel más adecuado de la taxonomía de Bloom para el desarrollo de actividades colaborativas respecto a los objetivos educativos desarrollados"*.
4. *"Proponer un marco instruccional colaborativo independiente del dominio de aprendizaje, facilitador de la instrucción y basado en un nivel de la taxonomía de Bloom orientado al trabajo colaborativo, así como la identificación de los elementos básicos que lo conforman"*.
5. *"Propuesta y aplicación del marco instruccional colaborativo en el dominio del aprendizaje de la programación procedimental"*.

Dimensión tecnológica:

6. *"Estudio de herramientas informáticas colaborativas para el dominio del aprendizaje de la programación; principales características y carencias"*.
7. *"Desarrollar herramientas computacionales pedagógicas, que basadas en nuestro marco instruccional colaborativo, den soporte a la instrucción y al aprendizaje para el dominio de la programación procedimental, prestando atención a la relevancia de la movilidad face-to-face de los alumnos"*.
8. *"Modelado mediante lenguajes formales instruccionales del marco instruccional propuesto, analizando el estado del arte y su proyección futura bajo plataformas e-learning"*.

Dimensión experimental:

9. *"Evaluación del marco instruccional colaborativo, con y sin herramientas computacionales, en las dimensiones de eficacia de aprendizaje y motivación para el dominio del aprendizaje procedimental, mediante experimentación en el aula y laboratorio con muestras suficientemente significativas, a lo largo de varios cursos académicos"*.
10. *"Mejora continua de las herramientas computacionales desarrolladas a través de validaciones empíricas incrementales de los prototipos, evaluando su usabilidad por expertos y usuarios mediante entrevistas después de las experimentaciones"*.

## 1.4 Metodología de investigación utilizada

La investigación científica ha de ser sistemática, válida y fiable. McMillan y Schumacher (McMillan & Schumacher, 2000) lo definen como "un proceso sistemático de recogida y análisis de información con algún propósito o fin". Dentro de la investigación educativa, existen dos metodologías principales de evaluación: evaluación cualitativa, y evaluación cuantitativa. La evaluación cualitativa está orientada a reconstruir y describir la realidad, prestando más atención al cómo que al cuánto. Utiliza instrumentos de evaluación tipo observación directa, entrevistas, etc. Por otro lado, la evaluación cuantitativa representa el positivismo científico. Sus datos son fruto de mediciones numéricas obtenidas a través de instrumentos con los que se obtiene información sobre el avance, rendimiento o logros. Dentro del proceso de investigación de esta memoria, nos centramos en la utilización de la metodología de evaluación cuantitativa. No obstante, y aunque de forma puntual, sí se han realizado entrevistas con alumnos (evaluación cualitativa) para la obtención de *feedback* sobre la utilización de los prototipos informáticos.

Existen gran variedad de aproximaciones al método científico, desde aquellas simples (García, 1976) y por tanto demasiado ambiguas, hasta aquellas con un gran nivel de detalle (Fox & López, 1981). En un punto intermedio nos encontramos la propuesta realizada por Francisco Aliaga Abad (Aliaga Abad, 2000) donde se detalla un proceso general de investigación en 8 niveles: 1) Planteamiento del problema, 2) Estado del arte, 3) Formulación de la hipótesis, 4) Diseño, 5) Muestreo, 6) Medición, 7) Análisis de datos y conclusiones y 8) Informe de investigación. Se desarrollan a continuación con mayor detalle cada uno de los procesos de una evaluación cuantitativa.

- 1) Planteamiento del problema. Se ha de expresar en formato pregunta, de forma directa y clara, para facilitar su verificación empírica.
- 2) Estado del arte. Antes de cualquier investigación, se ha de evaluar su validez y originalidad. Esto se realiza a través de una revisión exhaustiva de la literatura relacionada.
- 3) Formulación de la hipótesis. Se puede definir una hipótesis como una suposición hecha a partir de unos datos que sirve de base para iniciar una investigación o una argumentación. Las hipótesis planteadas serán validadas mediante estudios estadísticos, y su reformulación, mediante una Hipótesis Nula ( $H_0$ ) e Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ).
- 4) Diseño. El diseño de una experimentación puede pertenecer a dos grandes grupos: a) diseños descriptivos, donde el investigador no pretende producir ningún cambio, solo describir circunstancias fielmente, y b) diseños experimentales, que es el que nos ocupa en esta memoria de tesis doctoral, caracterizado por la manipulación o el cambio de la situación a estudiar con la intención de conocer las consecuencias que ello provoca. Dentro de los diseños experimentales se definen tres tipos; experimentales propiamente dicho, donde se puede seleccionar la muestra; cuasi-experimentales, donde no se tiene el control sobre la muestra; pseudo-experimentales, cuando el control sobre la muestra es mínimo. En la presente memoria la experimentación pertenece a

## 1.4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN UTILIZADA

cuasi-experimentales, ya que los grupos de estudio son de alumnos matriculados en distintas titulaciones universitarias.

- 5) Muestreo. Toda investigación científica tiene como fin establecer una generalización de los resultados alcanzados. Para poder realizar esta generalización la muestra se puede definir como cualquier conjunto representativo de la población a estudio. En la presente memoria de tesis doctoral y con el objetivo de maximizar la representatividad de las muestras, estas han sido tomadas en un mínimo de cuatro titulaciones académicas (todas ellas de distintos grados e ingenierías en informática) pertenecientes a dos campus universitarios distintos Móstoles y Vicálvaro de la universidad Rey Juan Carlos.
- 6) Medición. De acuerdo con la especificación sobre los tipos variables utilizadas en la experimentación para el modelado de los datos propuestos por (Stevens, 1946) existen cuatro modelados posibles en la toma de datos: escala nominal, escala ordinal, escala de intervalo y escala de razón. En esta memoria los datos recabados son de tipo nominal (resultado de test), ordinal (tipificado de metodologías de aprendizaje) y escala de razón para la evaluación de la motivación en alumnos.
- 7) Análisis de datos y conclusiones. Se produce en tres fases (Arnau, 1990): 1) Elaboración y reunión de datos, se procesan los datos mediante agrupaciones, representaciones gráficas y procedimientos de estadística descriptiva, 2) Pruebas de hipótesis, consistente en someter a prueba muestra hipótesis, y 3) Toma de decisiones estadísticas, basadas en los resultados de la fase anterior, determinación de la aceptación o rechazo de la Hipótesis Nula.
- 8) Informe de Investigación. Presentación de los resultados a la comunidad científica. Este apartado de la investigación se desarrolla a lo largo de la presente memoria de tesis doctoral.

En nuestro proceso de investigación se ha utilizado la metodología científica expuesta, además, y teniendo en cuenta que consta de apartados como Revisión de la literatura, Diseño e Informe de Investigación que son desarrollados a lo largo de los diversos capítulos de la memoria de tesis doctoral, nos limitamos en el capítulo dedicado a la experimentación a cubrir aquellos aspectos específicos de cada experimento prestando atención a los siguientes pasos:

- 1) Planteamiento del problema.
- 2) Formulación de la hipótesis.
- 3) Muestreo.
- 4) Medición.
- 5) Análisis de datos y conclusiones
  - a. Representaciones y estadística descriptiva.
  - b. Pruebas de hipótesis.
  - c. Toma de decisiones estadísticas.
  - d. Conclusiones.



Además, es necesario resaltar que la metodología de investigación utilizada ha tenido en cuenta los actores a los que va enfocada la investigación: usuarios alumnos y usuarios docentes, expertos en el dominio de aprendizaje. Los productos han sido sometidos a pruebas experimentales en un entorno real con el fin de evaluar sus aportaciones en las variables de estudio frente a otros métodos pedagógicos. La experimentación ha consistido por tanto, en una evaluación cuantitativa según el método científico presentado.

### 1.5 Aportaciones principales

Esta memoria de tesis doctoral propicia el desarrollo y mejora en la utilización del aprendizaje colaborativo dentro del aula, ya sea con o sin apoyo de medios informáticos. Se han producido las siguientes aportaciones:

- Un completo estudio de las metodologías instruccionales.
- Un estudio de herramientas informáticas orientadas al aprendizaje de la programación, centrado especialmente en aquellas bajo el paradigma CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*).
- Se ha creado un marco instruccional colaborativo (*Collaborative Instructional Framework*, CIF) que desarrolla el nivel de análisis de la taxonomía de Bloom bajo un acercamiento colaborativo mediante técnicas activas de aprendizaje.
- Se ha desarrollado y evaluado la plataforma informática MoCAS que facilita la aplicación de CIF para el dominio del aprendizaje de la programación en el concepto “ámbito y vigencia” de identificadores.
- Se ha evaluado la aportación de CIF con y sin el soporte informático de MoCAS frente a otras metodologías didácticas en las variables: eficacia de aprendizaje y motivación situacional.

Para la difusión de la investigación realizada se han publicado artículos en congresos y revistas nacionales e internacionales. A continuación se detallan las publicaciones en orden cronológico:

## 1.5. APORTACIONES PRINCIPALES

Tabla 1. Publicaciones principales

Publicación	Capítulos Relacionado
<b>Serrano-Cámara, L. M.</b> , Paredes-Velasco, M., Velázquez Iturbide, J. Á., Alcover, C. M., & Castellanos, M. E. (2015). MoCAS: a Mobile Collaborative Tool for Learning Scope of Identifiers in Programming Courses. <i>21 IJEE - TSE4EE Trends in Software Engineering for Engineering Education (Aceptado)</i> . <b>Indexado en JCR Science Edition.</b>	Capítulo 4  (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Velázquez-Iturbide, Alcover, & Castellanos, 2015)
<b>Serrano-Cámara, L. M.</b> , Paredes-Velasco, M., Ahijado-Sánchez, A., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2015). Modeling the Collaborative Instructional Framework CIF for LMSs by Using Educational Modeling Languages. <i>IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje</i> , 10 (2), 1-8. doi: 10.1109/RITA.2015.2417933.	Capítulo 4  (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Ahijado-Sánchez, & Velázquez-Iturbide, 2015) Aceptado.
<b>Serrano-Cámara, L. M.</b> , Paredes-Velasco, M., Ahijado-Sánchez, A., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2014). Modelado Mediante Lenguajes de Diseño Instruccional del Marco Colaborativo CIF para Su Uso en LMSs. <i>IEEE VAEP-RITA</i> , 2(2), 91-99.	Capítulo 4  (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Ahijado-Sánchez, & Velázquez-Iturbide, 2014)
Ahijado-Sánchez, A., <b>Serrano-Cámara, L. M.</b> , Paredes-Velasco, M., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2013). <i>Modelado Formal de Marco Instruccional Colaborativo CIF con Soporte para Moodle</i> . Proceedings in XV International Symposium on Computers in Education, Viseu (Portugal), ISBN: 978-989-96261-3-3, 37-42.	Capítulo 4  (Ahijado-Sánchez, Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, & Velázquez-Iturbide, 2013)
<b>Serrano-Cámara, L. M.</b> , Paredes-Velasco, M., Alcover, C.-M., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2014). An evaluation of students' motivation in computer-supported collaborative learning of programming concepts. <i>Computers in Human Behavior</i> , 31, 499-508. doi: 10.1016/j.chb.2013.04.030. <b>Indexado en JCR Social Sciences Edition.</b>	Capítulo 5  (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Alcover, & Velázquez-Iturbide, 2014)
Velasco, M. P., <b>Serrano-Cámara, L. M.</b> , Velázquez, Á. J., & de la Hera, C. M. A. (2012). <i>Study and comparison of motivation in CSCL guided by CIF vs. other teaching methodologies</i> . Paper presented in International Symposium Computers in Education (SIIE). Indexado en IEEE Xplore (IEEE Conference Publications), 1-6. <a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=6403191&amp;isnumber=6403152">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=6403191&amp;isnumber=6403152</a> .	Capítulo 5  (Velasco, Serrano-Cámara, Velázquez, & de la Hera, 2012)
Paredes-Velasco, M., <b>Serrano Cámara, L. M.</b> , Velázquez, Á. J., & De la Hera, C. M. A. (2012). <i>Estudio y Comparación de la Motivación de los Estudiantes en CSCL Guiado por CIF con Otros Métodos Docentes</i> . Proceedings in SIIE 2012 XIV Simposio Internacional de Informática Educativa, Andorra la Vella (Andorra), ISBN: 978-84-939814-6-4, 111-116.	Capítulo 5  (Paredes-Velasco, Serrano Cámara, Velázquez, & De la Hera, 2012)
<b>Serrano Cámara, L. M.</b> , Paredes Velasco, M., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2012). <i>Evaluation of a collaborative instructional framework for programming learning</i> . Proceedings in 17th ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE'12), Haifa, Israel, ISBN: 978-1-4503-1246-2, 162-167.	Capítulo 5  (Serrano Cámara, Paredes Velasco, & Velázquez-Iturbide, 2012)
<b>Serrano Cámara, L. M.</b> , Paredes Velasco, M., & Velázquez Iturbide, J. Á. (2011). Una Experiencia de Aprendizaje Colaborativo de la Programación Soportado por Computación Móvil en el Aula: MoCAS. <i>Proceedings The International Council for Educational Media (ICEM) and the International Symposium on Computers in Education (SIIE) ICEM&amp;SIIE</i> , 3(3), 600-610. ISSN: 1647-3582. <b>Selección de las mejores ponencias del congreso ICEM&amp;SIIE 2011.</b>	Capítulos 4 y 5  (Serrano Cámara, Paredes Velasco, & Velázquez Iturbide, 2011)
<b>Serrano Cámara, L. M.</b> , Paredes Velasco, M., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2010a). <i>Aprendizaje colaborativo guiado por objetivos educativos. Aplicación en el aprendizaje de la programación</i> . Paper presented at the XI Simposio Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación (SINTICE) dentro del CEDI 2010. Valencia (Spain), 3-10.	Capítulos 5  (Serrano Cámara, Paredes Velasco, & Velázquez-Iturbide, 2010)

Publicación	Capítulos Relacionado
Serrano-Cámara, L. M., Moreno, S., Paredes, M., & Hijón, R. (2007). <i>Estudio de Estructuras de Representación en Escritura Colaborativa: una Propuesta de Evaluación</i> . Proceedings in Actas del Simposio Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación, VIII Congreso Nacional de Informática Educativa (SINTICE 2007), Zaragoza (Spain), ISBN: 978-84-9732-597-4, 53-60.	Capítulo 4  (Serrano-Cámara et al., 2007)

Este trabajo se enmarca dentro del grupo LITE (*Laboratory of Information Technologies in Education*) formado por miembros del departamento Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad Rey Juan Carlos. Las contribuciones realizadas dentro de LITE se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Publicaciones en SITIAE y JITICE

Publicación	Capítulos Relacionados
Paredes Velasco, M., Serrano-Cámara, L. M., & Velázquez Iturbide, Á. V. (2013). Uso de CIF en ambientes de computación ubicua. In P. Cáceres García de Medina, I. Hernán Losada & M. Paredes Velasco (Eds.), <i>Actas de las IV Jornadas en Innovación y TIC Educativas (JITICE 2013)</i> . (pp. 65-68). Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.	Capítulos 3 y 5  (Paredes Velasco, Serrano-Cámara, & Velázquez Iturbide, 2013)
Paredes Velasco, M., Castellanos Vega, J., Serrano Cámara, L. M., Lovillo, A., & Domínguez Mateos, F. (2012). CIF: Dos Experiencias CSCL en el Marco de aprendizaje de la Programación. In E. Martín Barroso, M. Rubio Sánchez & J. Urquiza Fuentes (Eds.), <i>Actas de las III Jornadas en Innovación y TIC Educativas (JITICE 2012)</i> . (pp. 111-114). Madrid: Boletín de la ETSII, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Universidad Rey Juan Carlos.	Capítulos 3 y 5  (Paredes Velasco, Castellanos Vega, Serrano Cámara, Lovillo, & Domínguez Mateos, 2012)
Serrano Cámara, L. M. (2011). Marco Instruccional Colaborativo para el Aprendizaje de la Programación. Aproximación a una Propuesta Informática. In M. Rubio Sánchez & Á. V. Velázquez Iturbide (Eds.), <i>Actas del V Seminario de Investigación en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación: SITIAE 2011</i> . (pp. 89-102). Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.	Capítulos 3 y 4  (Serrano Cámara, 2011)
Serrano Cámara, L. M. (2010). Una propuesta de marco instruccional basado en la taxonomía de Bloom. In Dykinson (Ed.), <i>Actas del IV Seminario de Investigación en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación: SITIAE 2010</i> . (pp. 103-114). Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.	Capítulo 3  (Serrano Cámara, 2010)

## 1.6 Organización de la memoria

Esta memoria de tesis doctoral está estructurada en seis capítulos que cubren tanto los objetivos parciales como los objetivos principales planteados. A continuación se detalla brevemente el contenido de cada capítulo.

Capítulo 1. Introducción. En el presente capítulo se sientan las bases que han motivado esta memoria de tesis doctoral, enunciando las hipótesis de trabajo que se validan en el capítulo 6, así como las aportaciones realizadas. Se presenta la tendencia, hacia un aprendizaje activo a través de métodos constructivistas, impulsada por el EEES. El aprendizaje activo puede ser guiado dentro de un marco conceptual mayor como son las taxonomías de aprendizaje, de entre las que se destaca la taxonomía de Bloom. Se enumeran los métodos activos de aprendizaje más difundidos por la comunidad educativa. Además, con el desarrollo de las TIC y su utilización en la enseñanza se identifican modelos instruccionales basados en la TIC, destacándose el método CSCL como paradigma a utilizar. Finalmente, se especifica la metodología de

## 1.6. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA

investigación utilizada y se enumeran las aportaciones realizadas en congresos y revistas.

Capítulo 2. Estado del Arte. Presenta el marco teórico que sustenta el trabajo de investigación. Se cubren, con mayor nivel de detalle, todos los puntos enumerados en la presentación, así como en las teorías necesarias para su completo entendimiento. Se presentan los paradigmas de aprendizaje según su evolución histórica, presentando la importancia de la motivación en el aprendizaje. Así mismo, se hace un recorrido histórico de las taxonomías de aprendizaje, seleccionando y justificando la elección de la taxonomía de Bloom y su nivel de análisis como marco teórico para el desarrollo del marco instruccional propuesto en el capítulo 3. Además, se presentan brevemente los diferentes tipos de instrucción por ordenador y los métodos activos de aprendizaje. Identificamos como método más versátil el aprendizaje colaborativo soportado por computador (CSCL) analizándolo desde diversas perspectivas. Finalmente, se presenta un estado del arte sobre herramientas informáticas que facilitan la instrucción en el aula, prestando especial atención a aquellas desarrolladas bajo el paradigma CSCL y para el dominio del aprendizaje de la programación, ya que es el marco donde se ha realizado la experimentación.

Capítulo 3. Collaborative Instructional Framework. Este capítulo presenta la taxonomía de Bloom y su evolución histórica. Se desarrolla con detalle el dominio cognitivo y se identifican problemáticas en su utilización. De entre los seis niveles de la taxonomía de Bloom (conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación) se justifica la selección del nivel de análisis como nivel óptimo para su desarrollo colaborativo mediante el Marco Instruccional Colaborativo (CIF). Se presenta CIF a través del desarrollo mediante una aproximación colaborativa de los dieciséis objetivos educativos del nivel de análisis. Cada uno de los dieciséis objetivos es desarrollado de forma independiente al dominio de aprendizaje, así como para el dominio particular del aprendizaje de la programación. Por último, se ilustra a través de un ejemplo la utilización del primer objetivo educativo desarrollado por CIF aplicado al dominio del aprendizaje de la programación.

Capítulo 4. Herramientas desarrolladas de soporte a CIF. Se presentan las características más significativas del entorno desarrollado como soporte informático del marco instruccional colaborativo propuesto en el capítulo 3. Se cubre la evolución histórica y funcional de la herramienta con sus diferentes clientes tecnológicos. Finalmente, se hace una aproximación al modelado formal del marco instruccional CIF y su implementación en una plataforma de *e-learning*.

Capítulo 5. Evaluación. Se presentan, describen y analizan estadísticamente los tres experimentos realizados con alumnos durante los años de desarrollo de la tesis doctoral. Se identifican puntos débiles y bondades de la propuesta planteada, contrastando las hipótesis de trabajo planteadas en el capítulo 1.

Capítulo 6. Conclusiones. Se hace una revisión sobre el cumplimiento satisfactorio de los objetivos parciales, los objetivos principales y por tanto, la verificación de las hipótesis de partida. Además, se identifican y critican las bondades y carencias identificadas en la experimentación y en la investigación llevada a cabo bajo esta tesis doctoral. Finalmente, se proponen futuras líneas de investigación.

## Capítulo 2. Estado del Arte

*El presente capítulo introduce el contexto psicopedagógico sobre el que se sustenta el trabajo de investigación. Se cubren con una perspectiva histórica los diferentes paradigmas de aprendizaje, así como sus principales características. Se presentan las diferentes taxonomías de aprendizaje, prestando especial atención a la taxonomía de Bloom, y bajo una perspectiva crítica, se discute su problemática de aplicación en el aula. Se presentan los modelos activos de aprendizaje y se centra el marco teórico de trabajo en la combinación de modelos activos para el desarrollo de los objetivos educativos de la taxonomía de Bloom. Además, se presentan modelos instruccionales basados en computador, identificando el paradigma Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) como paradigma adecuado para dotar a la propuesta instruccional de una dimensión tecnológica. Finalmente, se realiza una crítica de las herramientas informáticas que dan soporte al aprendizaje activo, prestando especial atención a aquellas CSCL para el dominio del aprendizaje de la programación.*



## 2.1 Introducción

En el capítulo primero se han fijado los objetivos y sub-objetivos de esta memoria de tesis doctoral. Para su consecución se hace necesario un estudio y análisis de las investigaciones realizadas por la comunidad científica, que permitan contextualizar e iniciar nuestra investigación. Presentamos las diferentes teorías y paradigmas de aprendizaje, las diferentes aproximaciones para la estructuración del conocimiento, así como modelos de aprendizaje activo y modelos instruccionales. Centramos el marco teórico en la taxonomía de Bloom, el socio-constructivismo, así como en modelos activos de aprendizaje, especialmente en la instrucción soportada por computador (*Computer Supported Collaborative Learning*, CSCL). Finalmente, se presentan un conjunto de herramientas informáticas diseñadas para dar soporte al aprendizaje activo con especial atención a aquellas CSCL.

## 2.2 Teorías educativas y sus paradigmas

Las teorías educativas buscan el aprendizaje del alumno a través de diferentes enfoques y paradigmas. Estas teorías intentan identificar y comprender los procesos mentales que posibilitan el aprendizaje (Rodríguez, 2000), ya sea proporcionando estímulos externos, en base a sus conocimientos previos, o según su contexto social. Las diversas teorías educativas cubren una gran variedad de enfoques provenientes de disciplinas como la antropología, psicología, sociología, etc. Estas teorías han sido ampliamente investigadas en busca de un mayor conocimiento de los procesos cognitivos que se producen en el aprendiz.

Basándonos en la evolución temporal de las corrientes educativas se pueden identificar tres grandes grupos (Holmes, 1999). El primer grupo, Educación Social, tenía como base de la educación a la familia y su entorno, al carecerse de instituciones educativas. El conocimiento se transmitía de forma oral. El segundo grupo, denominado Educación Liberal, tiene como centro de la educación a las instituciones educativas. La formación se rige mediante modelos curriculares que secuencian los contenidos de forma creciente en dificultad y así facilitan la instrucción. Por último, el grupo denominado Educación Progresista, donde se busca el aprendizaje del alumno integrado a lo largo de toda su vida. Estas corrientes históricas contienen gran variedad de teorías educativas, que bajo una perspectiva cognitiva se estudian a continuación.

### 2.2.1 Paradigma conductivista

El conductivismo fue presentado por J.B. Watson a principios del siglo XX (Watson, 1913). Postuló que la psicología debería aportar un enfoque externo al aprendizaje, centrándose, por tanto, en el comportamiento externo del individuo. El conductivismo, como corriente de la psicología, defiende el empleo de procedimientos estrictamente experimentales para estudiar el comportamiento observable (la conducta), prescindiendo de otros difíciles de medir, como son los cognitivos. Considera el entorno como un conjunto de estímulo-respuesta.

Anteriormente a la propuesta de Watson, el aprendizaje se explicaba como un proceso interno y se analizaba mediante introspección, consistente en la descripción por parte del aprendiz de sus pensamientos, para su posterior interpretación, impidiéndose

## 2.2. TEORÍAS EDUCATIVAS Y SUS PARADIGMAS

por tanto, un método científico. Aunque el término conductismo se atribuye a Watson, así como importantes contribuciones sobre el condicionamiento mediante estímulos, el máximo representante de la corriente conductivista fue Skinner, con el condicionamiento operante (Skinner, 1938, 1968).

El conductivismo considera al aprendiz como una caja negra, donde a través de un estado de partida y con entradas proporcionadas mediante estímulos externos se obtiene como salida la conducta del aprendiz. Esta metáfora permite que la respuesta a estímulos se pueda observar cuantitativamente ignorando totalmente la posibilidad de todo proceso que pueda darse en el interior de la mente. Dicha concepción permite la predicción de la conducta del aprendiz, a través de estímulos externos y del estado previo del mismo. Basándose en esta premisa, el proceso de aprendizaje se entiende como la adquisición de nuevos comportamientos. El docente es el sujeto activo de aprendizaje, diseñando los objetivos de aprendizaje, ejercicios y actividades encaminadas a la repetición y memorización, mediante estímulos de refuerzo o reprobación. El discente es el sujeto pasivo, que está vacío de contenido previo y que debe trabajar en base a la repetición para memorizar y repetir la conducta requerida por el docente. El proceso de enseñanza-aprendizaje se centra por tanto, en contenidos a aprender o memorizar para poder aprobar. La motivación deja de ser un factor propio del estudiante (motivación intrínseca) pasando a ser externa, basándose en premios o castigos (motivación extrínseca).

El paradigma conductista se centra en la descripción de la conducta, pero no indaga los procesos mentales que la llevan a cabo, no permitiendo la formulación de hipótesis sobre los procesos cognitivos que se producen en el aprendizaje.

### 2.2.2 Paradigma cognitivo

El paradigma cognitivo surge a mediados del siglo XX como alternativa al paradigma conductivista ampliamente difundido y utilizado. Este paradigma se centra en los procesos mentales del aprendiz. Es decir, el objetivo principal del cognitivismo es descubrir cómo la mente humana es capaz de pensar y aprender. Diversos autores han conformado el paradigma, entre los que caben destacar: Piaget y la psicología genética (Piaget, 1953, 1972, 1999), Ausubel y el aprendizaje significativo o de la asimilación (Ausubel, 1963) y Bruner y el aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1966). Del cognitivismo surgen varias teorías educativas que identifican el proceso de aprendizaje como la construcción simbólica y la asignación de memoria a dichas construcciones. Good indica: "... los teóricos del cognitivismo ven el proceso de aprendizaje como la adquisición o reorganización de estructuras cognitivas a través de las cuales las personas procesan y almacenan la información" (Good & Brophy, 1990). Por tanto, el cognitivismo tiene por objetivo el estudio de la elaboración del conocimiento estudiando a través de aspectos como: la percepción, la memoria, el aprendizaje, la formación de conceptos y el razonamiento lógico.

En la educación, el paradigma se interesa por resaltar que el aprendizaje debe orientarse a conseguir y fomentar el desarrollo de habilidades y no solo a la transmisión de conocimientos. El alumno es un sujeto activo procesador de información, con un conjunto de esquemas, planes y estrategias para aprender a solucionar problemas. El profesor debe propiciar el aprendizaje significativo e involucrar al estudiante en su propio aprendizaje. Para propiciar un aprendizaje significativo se han de cumplir tres



premisas: (1) que la información sea adquirida de forma sustancial y relacionada con conocimientos previos; (2) que el material a aprender (y por extensión la clase o la lección en sí misma) posea significatividad lógica y potencial, y (3) que exista disponibilidad e intención del alumno por aprender (bajo la perspectiva de motivación, que el alumno tenga motivación intrínseca).

Basados en el paradigma cognitivo en la sección "2.4 Taxonomías de aprendizaje" se describen taxonomías de aprendizaje inspiradas en este paradigma, que clasifican la adquisición de conocimientos mediante una estructuración creciente de objetivos a cubrir. Entre las taxonomías basadas en el paradigma cognitivo destacamos especialmente la taxonomía de Bloom (Bloom, Englehart, Furst, Hill, & Krathwohl, 1956) como columna vertebradora de esta memoria de tesis doctoral, así como la jerarquía de Gerlach (Gerlach & Sullivan, 1967) o refinamientos posteriores de la taxonomía de Bloom (Bruce, 1981; Metfessel, 1969).

La psicología cognitiva se diferencia de la conductista en dos aspectos principales: primero, plantea la existencia de estados mentales intermedios, tales como deseos y motivaciones, y segundo, los comportamientos no son regulados por el medio externo (contingencias ambientales), sino más bien por las representaciones que el sujeto ha elaborado o construido como resultado de las relaciones previas con su entorno físico y social.

### 2.2.3 Paradigma constructivista

El constructivismo, como teoría psicológica del aprendizaje, tiene como premisa que el sujeto construye sus saberes acerca del mundo mediante el desarrollo de representaciones mentales estructuradas y de la interacción con otros sujetos y objetos del entorno. El paradigma constructivista ha surgido como contribución de numerosos autores, entre los que cabe destacar; Piaget (Piaget, 1953), Vygotsky (Vygotsky, 1978), Ausubel (Ausubel, 1963) y Bruner (Bruner, 1966). No rompe con teorías anteriores, asumiendo que el conocimiento previo da soporte a nuevos conocimientos. El conocimiento se crea en el aprendiz como una representación interna de una realidad externa (Duffy & Jonassen, 1992). La reconstrucción del conocimiento se desarrolla teniendo como base los conocimientos y experiencias previas. Jonassen indica: "el conocimiento de la persona está en función de las experiencias previas, estructuras mentales y creencias utilizadas para interpretar objetos y eventos" (Jonassen, 1991). También se establece como una de las características principales un aprendizaje activo del sujeto, donde un nuevo conocimiento es incorporado a experiencias previas, y en sus estructuras mentales para su utilización en nuevos aprendizajes. Esto conlleva a un aprendizaje particular de cada sujeto modificándose de forma constante según sus propias experiencias.

Existen dos enfoques que desarrollan el constructivismo, desde la perspectiva cognitiva y desde la perspectiva social (socio-constructivismo). La corriente cognitiva del constructivismo tiene como principales exponentes a Piaget y Papert (Papert, 1980). Se basa en la inherente cognición del individuo, ya que el conocimiento se describe como una representación interna (particular de cada sujeto) de una realidad externa.

La corriente denominada socio-constructivismo, cuyo principal exponente es Vygotsky, centra el proceso de aprendizaje en las relaciones sociales de los individuos.

## 2.2. TEORÍAS EDUCATIVAS Y SUS PARADIGMAS

Cada persona percibe la información a partir de su propia realidad sociohistórica en la que está inmerso. Según esta corriente, los sujetos adquieren primero el aprendizaje cultural a nivel social, lo interiorizan a través de la interacción con personas y luego de forma individual. A su vez, el enfoque socio-constructivista consta de aproximaciones en las que se resalta el contexto social, histórico-cultural o el contexto situacional, entre las que destacamos:

- Corriente Socio-Constructivista. La corriente socio-constructivista surge de los seguidores de Piaget, conocidos como neo-piagetianos, entre los que caben destacar Mugny, Pret-Clermont y Doise, que basan sus trabajos en un enfoque social del constructivismo presentado por Piaget.

La escuela socio-constructivista engloba la construcción del conocimiento como el aprendizaje dentro de un contexto social e individual. La interacción social del aprendiz es vista como el elemento determinante en el aprendizaje. El conflicto socio-cognitivo, definido como el avance en el aprendizaje producido gracias al conflicto y la coordinación, permite a los aprendices avanzar intelectualmente. La aparición de diferentes perspectivas a la hora de afrontar un problema crea un conflicto y una coordinación para gestionar los diferentes puntos de vista. El proceso de discusión que provocan los desacuerdos es el elemento determinante para el aprendizaje, por tanto, lo importante no es si el desacuerdo se produce, sino la comunicación que provoca entre los aprendices (Barros, 1999). El lenguaje es el elemento vehicular que permite regular la comunicación, permitiendo una estructuración e internalización del aprendizaje.

Las experimentaciones que se realizan bajo la corriente socio-constructivista están enfocadas como una toma de datos previa a la experimentación pre-test y una muestra de datos posterior a la experimentación denominada post-test. Se comparan resultados del post-test frente al pre-test y se analizan los pares obtenidos. En la actualidad, existen estudios que bajo esta aproximación neo-piagetiana intentan clasificar las tareas que ha de solventar con éxito todo aprendiz, como por ejemplo los alumnos que aprenden programación en el nivel CS1 (Richard, Kay, Lister, & Teague, 2012).

- Corriente Socio-Cultural. La corriente socio-cultural proviene del movimiento socio-cultural soviético cuyo principal exponente es Vygotsky junto a Leont'ev y Luria (Maceres, 2007). Estos trabajos fueron modulados en el área de la Antropología (Lave, 1988), sentando las bases de la psicología cultural. La corriente socio-cultural utiliza como unidad de análisis la interacción con el entorno histórico-cultural, utilizando como marco conceptual los elementos materiales e inmateriales con los que interacciona el individuo, tales como la tecnología, costumbres y rituales culturales.

Vygotsky, como padre de la corriente socio-cultural, centra sus estudios en la cognición de la interacción social. Según el autor, la cognición conlleva dos fases claramente diferenciadas; la primera fase se denomina inter-mental, relativa a la interacción del sujeto en el grupo, y la segunda fase denominada intra-mental relativa a la creación de reflexiones mentales interiorizadas por el sujeto. El estudio de Vygotsky utiliza el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (*Zone of Proximal Development*, ZPD) como el entorno extendido de

las capacidades del sujeto para la resolución de tareas con el apoyo de otras personas y artefactos del grupo. Aquellas tareas que un sujeto no es capaz de resolver con su conocimiento ya interiorizado (intra-mental), sí pueden ser resueltas dentro de su zona ZPD; entendida esta como las personas y artefactos con los que cuenta el sujeto para un determinado dominio de conocimiento. Es mayor el conjunto de tareas que un sujeto es capaz de realizar gracias a su ZPD que las que podría afrontar de forma aislada. Esta idea es sustentada gráficamente mediante la creación de circunferencias de los núcleos de conocimientos individuales y de aquellos relativos a los ZPDs, observándose cómo el área de la intersección de los ZPDs de un individuo es mayor que las del individuo aislado (Lewis, 1997). Además, se deduce que un individuo, al aumentar su conocimiento, influye también en el ZPD de su comunidad (Hansen, Dirckinck-Holmfeld, Lewis, & Rugelj, 1999).

Dentro de la teoría socio-cultural se han realizado diversos acercamientos experimentales, entre los que cabe destacar los realizados por Vygotsky y sus seguidores, encaminados al análisis de las interacciones intra-grupales, realizadas mediante el lenguaje hablado. La toma de datos se realizó por medio de grabaciones en vídeo, transcripciones y diversos registros llevados a cabo por ordenador. No obstante, estos métodos de recogida de datos y análisis han contado con críticas, debido a la carencia relativas a la temporalidad en la colaboración y cómo afecta al conocimiento común del grupo (Crook, 1996; Mercer & Wegerif, 1999).

- Teoría Situacional. La cognición situada toma como partida los trabajos desarrollados por Vygotsky, así como los trabajos de Leontiev (1978), Luria (1987), hasta los más recientes como Rogoff (1993), Lave (1997), Bereiter y Cole (1997) y Wenger (2001), entre otros.

La cognición situada adopta diferentes nombres, todos ellos relacionados con el aprendizaje situado: participación periférica legítima, aprendizaje cognitivo o cognición distribuida (Gros, 2007). El contexto social y físico son vistos como elementos significativos en el aprendizaje situado, por tanto, existe una interdependencia indivisible entre la cognición y el contexto donde se lleva a cabo (Martínez, 2003). Se define como unidad básica de análisis la acción recíproca, es decir, la actividad de las personas que actúan en un determinado contexto.

Desde la visión del aprendizaje situado se aboga por una enseñanza centrada en procesos prácticos de enseñanza-aprendizaje. Las prácticas han de ser realistas y con el conocimiento contextualizado, coherente y significativo (Díaz Barriga, 2003, p. 2). La idoneidad de las prácticas puede ser determinada por el impacto socio-cultural, así como por el grado de actividad social que generan (Derry, Levin, & Schauble, 1995).

Dentro de la cognición situada hay dos perspectivas investigadoras destacadas (Barab & Duffy, 2000). La primera perspectiva estudia la relación existente entre las situaciones y la cognición individual. Las investigaciones en psicología cognitiva e inteligencia artificial están basadas en esta perspectiva, para información más detallada consultar (Pozo, 1989). La segunda perspectiva investiga la cultura y la participación social, viéndose el aprendizaje como un

## 2.2. TEORÍAS EDUCATIVAS Y SUS PARADIGMAS

proceso de participación a través de una comunidad de prácticas (Lave & Wenger, 1991). Dentro de esta segunda perspectiva se identifican dos metáforas; metáfora de la adquisición, mediante la cual se entiende el conocimiento como un ente transferido o adquirido, y metáfora de participación, donde se ve la cognición como un proceso de participación dentro de una comunidad. No obstante, diversos autores argumentan la necesidad de combinar ambas metáforas, así como la problemática para poderlas llevar a la práctica (Martínez, 2003; Wilson & Myers, 2000).

Los objetivos pedagógicos se pueden alcanzar en grupo mediante el aprendizaje colaborativo, constituyendo el lenguaje la herramienta cultural y primordial del aprendizaje. El individuo construye conocimientos por medio de la lectura, escritura e interacción consigo mismo y con otros. En el proceso de aprendizaje las herramientas más importantes han de ser la búsqueda de información, la investigación y la solución de problemas.

El constructivismo tiene como unidad básica de análisis la interacción, ya sea bajo un acercamiento cognitivo o social. Por tanto, los trabajos de experimentación han de tener por objetivo la eficacia del aprendizaje del grupo y del individuo. La metodología de trabajo para la experimentación se basa por tanto, en la realización de una medición previa de los conocimientos mediante un pre-test y una posterior mediante un post-test. Entre medias, se realizará la actividad de enseñanza-aprendizaje ya sea individual (constructivismo cognitivo) o grupal (socio-constructivismo). De acuerdo a esta estructuración, se ha realizado la experimentación presentada en el último capítulo de esta memoria.

Debido a que la adquisición de conocimiento se concibe como la interiorización (representación interna) de la realidad (representación externa), basados en el constructivismo se han desarrollado diversos métodos instruccionales que acercan al aprendiz a la realidad mediante la propuesta de actividades inspiradas en problemas reales o próximos a la realidad. El enfoque de estos métodos instruccionales se centra en el aprendizaje activo del alumno con una perspectiva grupal e individual (cognitiva o socio-cognitiva) mediante la cooperación y la colaboración. El compartir diferentes perspectivas con otros aprendices y los procesos de discusión, producen un cambio en la propia representación de la realidad en cada individuo (Merrill, 1991).

En ambas corrientes del constructivismo, el aprendiz mediante un rol activo dirige y se responsabiliza de su aprendizaje. El contexto de aprendizaje ha de ser funcional, significativo y realista (próximo a problemas del mundo real). En el socio-constructivismo, el papel del profesor es de intermediación, articulando el aula para fomentar las interacciones entre los alumnos a través de actividades conjuntas, creando los espacios de interacción para que los alumnos construyan sus conocimientos en base a sus experiencias previas, junto a la interacción con las experiencias de sus compañeros.

Los actuales programas educativos están basados en el paradigma constructivista, en particular el plan de Educación Europea de Enseñanza Superior (EEES), donde se resalta la necesidad de que los estudiantes no solo dominen los contenidos, sino que además, adquieran destrezas intelectuales, capacidades, estrategias y competencias para afrontar nuevas situaciones.

### 2.3 Motivación en la educación

La motivación ha sido un tema central en el estudio de la conducta humana, ya que es el núcleo de los procesos de regulación biológicos, cognitivos y sociales. En el mundo real, o en un sentido práctico, la motivación es muy valorada por sus consecuencias: la motivación ayuda a producir resultados positivos (Ryan & Deci, 2000b). La motivación es un factor central en el proceso de enseñanza-aprendizaje que mejora el aprendizaje activo (Pintrich, 2003; Ryan & Deci, 2000a), ya que hace referencia a todos los aspectos de la activación e intención (Ryan & Deci, 2000b): la energía, la dirección, la persistencia y equifinalidad. La literatura muestra una gran diversidad en términos y aproximaciones sobre la motivación que pueden ser consultados más detalladamente en (Murphy & Alexander, 2000).

A partir de estos diferentes modelos conceptuales, la teoría de la autodeterminación puede ser un marco teórico útil para entender la motivación en los contextos educativos y académicos (Deci, Vallerand, Pelletier, & Ryan, 1991); (Vansteenkiste, Lens, & Deci, 2006). La teoría de la autodeterminación (Ryan & Deci, 1985) hace hincapié en la importancia del desarrollo de los recursos humanos internos para el desarrollo personal, así como en la auto-regulación de la conducta. La libre determinación se basa en la motivación intrínseca, o manifestación prototípica de la tendencia humana hacia el aprendizaje y la creatividad, y en la autorregulación, lo que tiene que ver con cómo las personas asumen los valores sociales y contingencias extrínsecas transformándolos progresivamente en valores personales y de auto-motivación (Ryan & Deci, 2000b).

Hay varias dimensiones de la motivación en función del nivel de la autodeterminación. A continuación se enumeran y describen brevemente las cuatro dimensiones, que en función de su nivel de autodeterminación van de mayor a menor libertad:

1. Motivación intrínseca, se refiere a hacer algo porque es por sí mismo interesante o agradable. La motivación intrínseca es un fenómeno importante para los educadores, ya que es una fuente natural de aprendizaje. El rendimiento puede ser catalizado o mimado por las prácticas de enseñanza-aprendizaje, ya que la motivación intrínseca produce resultados de alta calidad y creatividad en el aprendizaje (Ryan & Deci, 2000a).
2. Motivación extrínseca vía regulación identificada (una motivación más auto-determinada o de algún modo regulada internamente) supone una opción cuando el comportamiento se considera importante para los valores y objetivos del sujeto. El sujeto realiza una tarea porque entiende que es buena para él.
3. Motivación extrínseca vía la regulación externa (menos auto-determinada o más regulada externamente), se refiere a hacer algo, ya que conduce a una recompensa o a evitar un castigo.
4. Desmotivación, la dimensión menos auto-determinada, implica la no regulación y se produce cuando las personas no perciben las contingencias entre la conducta y sus consecuencias, y el comportamiento no tiene motivadores intrínsecos o extrínsecos (Ryan & Deci, 2000b).

## 2.3. MOTIVACIÓN EN LA EDUCACIÓN

Estos autores señalan que cada tipo de motivación conduce a consecuencias diferentes. Investigaciones anteriores realizadas con este modelo han demostrado que la mayoría de las formas auto-determinadas de motivación, es decir, la motivación intrínseca y regulación identificada, están más estrechamente asociados con consecuencias positivas, como las tendencias naturales para el crecimiento y la integración, así como el bienestar personal y desarrollo social constructivo. Por otra parte, las consecuencias más negativas, por ejemplo, una baja autoestima y conductas de evitación, están vinculadas a los niveles más bajos de la libre determinación, como la desmotivación y la regulación externa. Es más, la teoría de la autodeterminación postula que los factores sociales y ambientales afectan a la motivación, facilitando o inhibiendo la motivación intrínseca y sus posibles consecuencias positivas. Estos factores están presentes en los contextos educativos, especialmente en el aprendizaje colaborativo y aprendizaje grupal activo, donde la interacción social, los procesos de contextualización y el proceso colectivo de la distribución, el intercambio, y la interpretación de la información y el conocimiento juegan un papel central (Alcover & Gil, 2004).

Los resultados de la investigación señalan que, en lugar de centrarse en recompensas para motivar el aprendizaje de los estudiantes, es más importante centrarse en cómo fomentar la motivación intrínseca (Deci, Koestner, & Ryan, 2001). Para lograr este fin y como factor más relevante en el ámbito educativo se tienen las estrategias y metodologías de enseñanza-aprendizaje (Schunk, Pintrich, & Meece, 2008). Por lo tanto, la investigación en metodologías educativas grupales y aprendizaje colaborativo son relevantes para fomentar la motivación intrínseca, y tenidos en cuenta el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior. Además, las incorporación de elementos computacionales para dar soporte a metodologías grupales y colaborativas contribuyen positivamente en la motivación de los alumnos (Eales, Hall, & Bannon, 2002). Estas metodologías grupales y aproximaciones computacionales son presentadas en secciones próximas de este capítulo.

## 2.4 Taxonomías de aprendizaje

Las taxonomías de aprendizaje describen y categorizan los estados por los que un aprendiz pasa en su proceso de aprendizaje, atendiendo entre otras a las dimensiones cognitiva y afectiva (Fuller et al., 2007). Proporcionan un "lenguaje" que facilita el entendimiento y la comunicación sobre el proceso de aprendizaje (Biggs, 1999). Estos estándares son importantes guías para los educadores porque definen los parámetros de la instrucción. Así mismo, fortalecer el vínculo entre estándares con la instrucción y con la evaluación, permite focalizar la instrucción con el objetivo de enseñar más eficientemente (Krathwohl, 2002). Sin embargo, la utilización de taxonomías no es simple, ya que existen discrepancias en la comunidad de investigadores sobre la clasificación de los ítems que las conforman (Johnson & Fuller, 2007).

A pesar de estas limitaciones, la utilización de las taxonomías de aprendizaje es amplia y variada para múltiples dominios de aprendizaje. Posibilitan la descripción de los estados en el proceso de aprendizaje. Permiten que un docente tenga por objetivo que sus estudiantes aprendan acerca de un tema a un cierto nivel de la taxonomía (por ejemplo, que los estudiantes entiendan el concepto de la programación procedimental, pero aun no sepan aplicarlo). Cumplido este objetivo, el docente puede evaluar a los alumnos respecto al nivel de la taxonomía utilizada, mediante preguntas de selección o

ejemplos para el nivel elegido (Lister & Leaney, 2003). Además, el análisis de las respuestas de los alumnos, al estar enmarcadas para un nivel concreto de la taxonomía, permiten al docente ajustar materiales y mejorar sus procesos de enseñanza-aprendizaje

En esta sección realizamos una presentación detallada de la taxonomía de Bloom, que es la columna vertebradora de esta memoria. Seguidamente, presentamos en orden cronológico otras propuestas que complementan, matizan o suponen propuestas alternativas a la taxonomía de Bloom, tomando como principales fuentes de información la clasificación realizada por Anderson en el capítulo 12 de su libro "*Empirical Studies of the Structure of the Taxonomy*" (Anderson & Krathwohl, 2001). Prestamos especial atención a las analogías y diferencias con la taxonomía de Bloom, así como a los nuevos conceptos introducidos. Finalmente y a modo de resumen, presentamos en formato tabla la comparación de todas ellas respecto a la taxonomía de Bloom.

### 2.4.1 Taxonomía de Bloom

La idea de establecer un sistema de clasificación del aprendizaje del individuo, comprendido dentro de un marco teórico, surgió en una reunión informal al finalizar la Convención de la Asociación Norteamericana de Psicología, reunida en Boston (USA) en 1948. Se buscaba que este marco teórico pudiera usarse para facilitar la comunicación entre examinadores, promoviendo el intercambio de materiales de evaluación e ideas de cómo llevar las evaluaciones a cabo. Además, se pensó que estimularía la investigación respecto a diferentes tipos de exámenes o pruebas, y la relación entre estos y la educación. El proceso estuvo liderado por Benjamín Bloom, Doctor en Educación de la Universidad de Chicago (USA). Se formuló una taxonomía de Dominios del Aprendizaje, desde entonces conocida como taxonomía de Bloom (Bloom et al., 1956), que puede entenderse como "Los Objetivos del Proceso de Aprendizaje".

La taxonomía de Bloom consta de tres dominios de actividades educativas: Dominio Cognitivo; Dominio Afectivo y Dominio Psicomotor. El comité encabezado por Benjamín Bloom trabajó en los dos primeros dominios (dominio Cognitivo y el dominio Afectivo) pero en un principio no desarrollaron el dominio Psicomotor. El trabajo sobre el dominio cognitivo fue terminado en 1956 y es normalmente denominado como *Bloom's Taxonomy of the Cognitive Domain* siendo el título completo de la obra "*Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*" (Bloom et al., 1956). El desarrollo del dominio afectivo tuvo lugar en 1964 y fue detallado en la publicación conocida como "*Taxonomy of Educational Objectives: Volume II, The Affective Domain*" (Krathwohl, Bloom, & Masia, 1964). Mientras que para el desarrollo del dominio psicomotor hubo que esperar a 1970, para que el investigador Dave R.H. presentase su versión "*Psychomotor levels. Developing and Writing Behavioral Objectives*" (Dave, 1970).

La idea central de la taxonomía de Bloom, es que todo lo que los educadores quieren que los alumnos sepan, puede definirse en declaraciones escritas como objetivos educativos (*educational objectives*). Estos objetivos educativos son ordenados en una jerarquía de menor a mayor nivel de complejidad. La taxonomía es presentada más adelante con muestras de verbos y de declaraciones de desempeño para cada nivel.

## 2.4. TAXONOMÍAS DE APRENDIZAJE

Vamos a estudiar brevemente el dominio cognitivo de la taxonomía de Bloom, que es la base de esta memoria. Antes de abordar el dominio cognitivos, vamos a fijar el concepto sobre el que se sustenta todo el dominio, es decir que se entiende por cognición. Para poder fijar una definición lo más ajustada posible a lo que entendemos por cognición, veamos su definición según el diccionario Webster.

*Definición de Cognición:*

*“el acto o el proceso de conocer en el sentido más amplio; específicamente, un proceso intelectual por el cual el conocimiento está acumulando de la percepción o de ideas”*

La taxonomía del dominio cognitivo establece una jerarquía de seis niveles con grado de complejidad creciente, respecto a los objetivos de aprendizaje a alcanzar por el alumno. Cada nivel presupone la capacitación del alumno en los niveles precedentes, por tanto, conforme ascendemos por la jerarquía nos encontramos un mayor grado de aprendizaje; así tenemos:

Nivel 1 o de Conocimiento. El alumno es capaz de reconocer o recordar información sin que sea necesario ninguna comprensión o razonamiento sobre lo que hay tras dicha información.

Nivel 2 o de Comprensión. El alumno es capaz de entender y explicar el significado de la información recibida.

Nivel 3 o de Aplicación. El estudiante es capaz de seleccionar y usar datos y métodos para resolver una nueva tarea o un problema.

Nivel 4 o de Análisis. El alumno es capaz de distinguir, clasificar y relacionar hipótesis y evidencias de la información dada, así como descomponer un problema en sus partes.

Nivel 5 o de Síntesis. El estudiante es capaz de generalizar ideas y de integrarlas para resolver o realizar algún problema que es nuevo para él.

Nivel 6 o de Evaluación. El alumno está capacitado para comparar, criticar y evaluar métodos o soluciones para resolver un problema o para discernir la mejor entre varias soluciones.

Como se puede apreciar, la numeración de los niveles de la taxonomía de Bloom en el dominio cognitivo comprende el área intelectual, abarcando las ideas de las subáreas del Conocimiento, la Comprensión, la Aplicación, el Análisis, la Síntesis y la Evaluación. A modo de resumen, en la Tabla 3 se muestra la clasificación de los objetivos pedagógicos a tratar en cada uno de los niveles. Se puede observar cómo la mayoría de los seis niveles constan de subdivisiones cuyo desarrollo permite cubrir en su totalidad cada nivel.



Tabla 3. Estructura de la taxonomía de Bloom (1956)

1.	Conocimiento
1.1.	Conocimiento de específicos
1.1.1.	Conocimiento de la terminología
1.1.2.	Conocimientos de hechos específicos
1.2.	Conocimiento técnicas y significados para tratar con los conocimientos específicos
1.2.1.	Conocimiento de convenciones
1.2.2.	Conocimiento de tendencias y de secuencias
1.2.3.	Conocimiento de clasificaciones y de categorías
1.2.4.	Conocimiento de criterios
1.2.5.	Conocimiento de metodologías
1.3.	Conocimientos universales y abstracciones en su campo
1.3.1.	Conocimiento de principios y de generalizaciones
1.3.2.	Conocimiento de teorías y de estructuras
2.	Comprensión
2.1.	Traducción
2.2.	Interpretación
2.3.	Exploración.
3.	Aplicación
4.	Análisis
4.1.	Análisis de elementos
4.2.	Análisis de relaciones
4.3.	Análisis de los principios organizacionales
5.	Síntesis
5.1.	Producción de una comunicación única
5.2.	Producción de un plan, o un conjunto propuesto de operaciones
5.3.	Derivación de un conjunto de relaciones abstractas
6.	Evaluación
6.1.	Evaluación en términos de evidencia interna
6.2.	Juicios en términos de criterios externos

La Tabla 4 muestra la aproximación más ampliamente difundida de la taxonomía de Bloom, que consta de los seis niveles, una breve definición, los verbos a desarrollar para alcanzar los objetivos educativos y un ejemplo de las actividades propuestas. Como más adelante desarrollaremos en esta memoria de tesis doctoral, la aplicación de la taxonomía de Bloom no es fácilmente aplicable para los docentes. Es esta dificultad una de las principales motivaciones para la creación de un marco instruccional que facilite su implantación en el aula, y que se presenta en el capítulo tres de esta memoria.

Los verbos para cada uno de los niveles de la taxonomía de Bloom han sido obtenidos a través de diversas fuentes como; Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán<sup>1</sup>, Instituto Tecnológico de Sonora<sup>2</sup>, Universidad Central de Venezuela Facultad de Humanidades y Educación- Profesor Ramón A. Ferrer Torres<sup>3</sup> y *Florida Association of Teacher Educator* (Almerico & Baker, 2005), entre otros.

<sup>1</sup> <http://www.cuautitlan.unam.mx/descargas/edudis/recursosacademicos/taxonomiadebloom.pdf>

<sup>2</sup> [http://www.itson.mx/empleados/servicios/innovacion/Documents/taxonomia\\_verbos\\_2.pdf](http://www.itson.mx/empleados/servicios/innovacion/Documents/taxonomia_verbos_2.pdf)

<sup>3</sup> <http://es.scribd.com/doc/29679486/TAXONOMIA-DE-BLOOM-LISTA-DE-VERBOS>

## 2.4. TAXONOMÍAS DE APRENDIZAJE

Tabla 4. Niveles de la taxonomía de Bloom en el dominio cognitivo

Nivel	Definición	Muestra de Verbos			Ejemplo de actividad
1-Conocimiento	El alumno recordará o reconocerá informaciones, ideas, y principios de la misma forma (aproximadamente) en que fueron aprendidos.	Citar Conocer Decir Definir Escribir	Exponer Identificar Listar Nombrar Nominar	Recordar Repetir Rotular Saber	El alumno definirá los seis niveles de la taxonomía de Bloom en el dominio cognitivo.
2-Comprensión	El alumno traduce, comprende o interpreta información en base al conocimiento previo.	Explicar Comprender Contar Convertir Describir Discutir	Exponer Expresar Identificar Informar Ilustrar Interpretar	Parfrasear Reconocer Replantear Responder Resumir Revisar	El alumno explicará la propuesta de la taxonomía de Bloom para el dominio cognitivo.
3- Aplicación	El alumno selecciona, transfiere, y usa datos y principios para completar un problema o tarea con un mínimo de supervisión.	Aplicar Asociar Computar Construir Cumplir Demostrar Desempeñar Esbozar	Expresar Ilustrar Influir Iniciar Interpretar Mostrar Operar Practicar	Preparar Programar Relacionar Representar Resolver Traducir Usar Utilizar	El alumno escribirá un objetivo educativo para cada uno de los niveles de la taxonomía de Bloom.

Nivel	Definición	Muestra de Verbos			Ejemplo de actividad
4-Análisis	El alumno distingue, clasifica, y relaciona presupuestos, hipótesis, evidencias o estructuras de una declaración o cuestión.	Adaptar Ajustar Analizar Arreglar Asociar Bosquejar Calcular Categorizar Clasificar Comparar Concluir Conectar	Contrastar Crear- Diagramas Criticar Cuestionar Debatir Diferenciar Distinguir Examinar Experimentar Explicar Identificar	Inferir Inspeccionar Inventariar Ordenar Preguntar Probar Relacionar Resolver Seleccionar Separar Valorar	El alumno comparará y contrastará los dominios afectivos y cognitivos.
5-Síntesis	El alumno crea, integra y combina ideas en un producto, plan o propuestas nuevas para él.	Combinar Compilar Componer Construir Crear Desarrollar Desenvolver Diseñar Elaborar	Formular Gestionar Hacer hipótesis Integrar Inventar Modificar Ordenar Organizar Planear	Planificar Preparar Proponer Recabar Recopilar Reunir Sintetizar Unir	El alumno elaborará un esquema de calificación para escribir objetivos educativos que integren los dominios cognitivo, afectivo y psicomotor.
6-Evaluación	El alumno aprecia, evalúa o critica en base a patrones y criterios específicos.	Comparar Concluir Criticar Escoger Estimar Evaluar	Justificar Juzgar Medir Pesar Puntuar Recomendar	Revisar Seleccionar Sopesar Tasar Valorar	El alumno juzgará la efectividad de escribir objetivos educativos usando la taxonomía de Bloom.

## 2.4. TAXONOMÍAS DE APRENDIZAJE

### 2.4.2 Evolución histórica de las taxonomías de aprendizaje

A lo largo de la segunda mitad del siglo XX se han producido múltiples acercamientos orientados a la creación de modelos o taxonomías teóricas que permitan modelar la adquisición de conocimientos. A continuación, y siguiendo la línea temporal, se presentan las más significativas.

La taxonomía de Gerlach y Sullivan fue de las primeras taxonomías en aparecer después del *Handbook I* de Bloom, publicada en 1967, propone seis niveles para la adquisición de conocimiento conforme a los procesos más comúnmente implicados en la enseñanza (Gerlach & Sullivan, 1967). De menor a mayor se tienen los siguientes niveles: nombrar, ordenar, identificar, describir, demostrar y por último construir. Los autores critican la taxonomía de Bloom, identificando su falta de concreción respecto al comportamiento de los estudiantes. Estos seis niveles no coinciden de forma estricta con los niveles de la taxonomía de Bloom, tal y como se muestra en la Tabla 7.

En el año 1969, Ausubel y Robinson publicaron su categorización del conocimiento respecto a su naturaleza, identificando seis niveles jerárquicos de aprendizaje (Ausubel & Robinson, 1969): representacional, conceptual, proposicional, aplicación, resolución de problemas y creatividad. Los autores a través de su propuesta basada en una explicación de la naturaleza del aprendizaje, se distancian de la estratificación de conocimientos propuesta por Bloom. No obstante, existe una relación muy estrecha entre los seis niveles de Bloom y Ausubel, mostrada en la Tabla 7.

Simultáneamente, se han venido realizando refinamientos y acercamientos sobre el trabajo realizado por Bloom et al. Cabe destacar el trabajo realizado por Metfessel et al. (Metfessel, 1969), donde se critica la generalidad y falta de ejemplos prácticos de la taxonomía de Bloom. Para solucionar esta carencia se proponen un amplio número de verbos en infinitivo y sinónimos para la subcategorías de la taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001).

En la década de los años 70, R. Gagné presentó su jerarquización del aprendizaje, identificando ocho tipos de aprendizajes (Gagné, 1970): por señales, por respuesta ante estímulos, por encadenamiento, por asociación verbal, por discriminación, por concepto, por principios generacionales y por resolución de problemas. Este marco de trabajo, a diferencia de la taxonomía de Bloom que se centra en los resultados, se basa en las formas de aprendizaje para alcanzar los objetivos. Existe una relación entre los tipos de aprendizajes identificados por Gagné y la taxonomía de Bloom (Hernán-Losada, 2012), mostrada en la Tabla 7.

Una década después, en el año 1981 aparecieron tres nuevas clasificaciones. La primera, taxonomía propuesta por Stahl y Murphy, denominada dominios de cognición, centrada en el modo de procesamiento de la información (Stahl & Murphy, 1981). Identifica ocho etapas: etapa 1 - reparación y observación, donde el aprendiz utiliza sus sentidos; etapa 2 - recepción, donde se almacenan las informaciones significativas; etapa 3 - transformación e interiorización, donde se da sentido a la información; etapa 4 - retención, la información es clasificada para su almacenamiento; etapa 5 - transferencia, en la que se utiliza la información proveniente de la etapa anterior para afrontar nuevos problemas; etapa 6 - incorporación, en la que se almacena nueva información proveniente de la etapa de transferencia; etapa 7 - organización, en la que

se establecen vínculos entre las informaciones almacenadas; y etapa 8 - síntesis, donde se sintetiza la información para la creación y formación de nuevos conocimientos.

La segunda taxonomía fue presentada por Bruce (Bruce, 1981), denominada integración del conocimiento con las otras categorías. Se centra en la reorganización de los niveles de la taxonomía de Bloom. Elimina el nivel 1, conocimiento de la taxonomía de Bloom, y lo reparte en los niveles próximos. Consta de seis niveles: comprensión; aplicación, que integra la aplicación de conceptos y reglas; análisis, conformado por el reconocimiento de elementos; relaciones y cómo se organizan; síntesis, formulación del principios básicos involucrados en la comunicación; y evaluación, para la realización de juicios y creación criterios.

La tercera y última clasificación, fue realizada por Romizowski (Romiszowski, 1980), denominada análisis de conocimiento y destrezas. Se basa en la utilización de dos categorías, conocimiento y habilidad, y cómo son utilizados respectivamente. Dentro de la categoría conocimiento, distingue entre conocimientos de hechos, métodos, conceptos y principios. En la categoría habilidad, se tienen habilidades de reproducción y de producción.

Estas tres taxonomías tienen una correspondencia con los niveles de la taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001), mostrada esquemáticamente en la Tabla 7.

En 1982 Biggs y Collis presentaron la teoría SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcome*) que, inspirada en los resultados del aprendizaje del alumno, lo clasifica en cinco niveles de complejidad creciente (Biggs & Collis, 1982): pre-estructural, mono-estructural, multi-estructural, relacional y abstracción extendida. Biggs indica que los cinco niveles de los que consta SOLO son extrapolables a múltiples dominios de aprendizaje. Las respuestas de los alumnos para los niveles evolucionan desde la vaguedad o incorrección de las respuestas en el primer nivel (pre-estructural), pasando por una corrección parcial por desconocimiento de las relaciones entre las distintas partes del problema (mono-estructural), hasta una mayor corrección en las respuestas sobre los elementos del problema pero no sobre su conjunto. En los dos últimos niveles, las respuestas de los alumnos muestran desde una comprensión global del problema, junto a las interrelaciones de sus elementos (nivel relacional), hasta unas respuestas que cubren más aspectos de aquellos aprendidos, donde el alumno demuestra la utilización de principios, hechos y procesos abstractos de pensamiento (nivel de abstracción extendida). Los cinco niveles expuestos se corresponden con los niveles de la taxonomía de Bloom según se muestran en la Tabla 7, columna SOLO.

En el último periodo de la década de los 80 se presenta la taxonomía del proceso cognitivo de Quellmalz (Quellmalz, 1987) que cataloga el proceso cognitivo respecto a cinco categorías, para facilitar su utilización. Las categorías son: recuerdo, análisis, comparación, inferencia y evaluación. En la Tabla 7 se muestra la correlación existente entre los cinco niveles de la taxonomía con respecto a la taxonomía de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001).

Después de un periodo de más de 10 años y a finales de la década de los 90 surgen dos nuevos marcos conceptuales. En 1998 Hauenstein propone una teoría unificadora para los tres dominios del aprendizaje; cognitivo, afectivo y psicomotor (Hauenstein, 1998). Recordemos que la taxonomía de Bloom cubre únicamente el dominio cognitivo. Para el dominio cognitivo Hauenstein establece cinco categorías con sub-categorías siendo: conceptualización con las sub-categorías de identificación, definición y generalización; comprensión con las sub-categorías de traducción, interpretación y

## 2.4. TAXONOMÍAS DE APRENDIZAJE

extrapolación; aplicación con las sub-categorías de simplificación y solución; síntesis con dos sub-categorías, hipótesis y resolución, y finalmente evaluación con las sub-categorías análisis y calificación.

Como segundo marco conceptual de la década de los 90, en 1999 Reigeluth y Moore presentaron una reestructuración de la taxonomía de Bloom (Reigeluth & Moore, 1999), reestructurando sus seis niveles iniciales en cuatro niveles que son: memorización de información, comprensión de relaciones, aplicación de habilidades, y aplicación de habilidades genéricas. La correlación entre la dimensión cognitiva del marco de Hauenstein, y el marco de Reigeluth y Moore (Johnson & Johnson, 1975) (Anderson & Krathwohl, 2001) se muestran en la Tabla 7.

Finalmente una década después, se presentan la taxonomía revisada de Bloom, la Nueva Taxonomía de objetivos educativos y la taxonomía de aprendizaje para la Informática.

La primera de estas taxonomías, la taxonomía revisada de Bloom (TRB) fue presentada en el año 2001 por Krathwohl (antiguo partícipe en el grupo de creación de la Taxonomía de Bloom) y Anderson (Krathwohl, 2002). Identificaron una excesiva rigidez en la estratificación del proceso cognitivo en sus seis niveles de complejidad creciente, así como, una falta de concreción en las acciones que han de realizar los alumnos para alcanzar los objetivos educativos (Anderson & Krathwohl, 2001). La TRB incorpora los avances en el aprendizaje y la enseñanza producidos desde la publicación de la taxonomía de Bloom original. Esta taxonomía es vista como "una herramienta para ayudar a los educadores a aclarar y comunicar lo que pretende que los estudiantes aprendan como resultado de la instrucción" (Anderson & Krathwohl, 2001).

La TRB consta de dos dimensiones, dimensión del conocimiento y dimensión del proceso cognitivo. La dimensión del conocimiento consta de cuatro categorías: conocimiento factual, conocimiento conceptual, conocimiento procedimental y conocimiento meta-cognitivo. Las tres primeras categorías incluyen los contenidos de la taxonomía de Bloom original, pero fueron reorganizados y renombrados. La cuarta categoría, denominada meta-cognitiva, proporciona una distinción no contemplada en la taxonomía original. El conocimiento meta-cognitivo implica conocimientos sobre la cognición, así como sobre la propia cognición del individuo (Pintrich, 2002), proporcionando estrategias de aprendizaje y de solución de problemas. Los autores del TRB utilizaron la clasificación de Flavell de la meta-cognición (Flavell, 1979). Es significativo que el conocimiento meta-cognitivo parece estar relacionado con la transferencia del conocimiento, es decir, la habilidad para aplicar el conocimiento adquirido en uno u otro contexto (Bransford, Brown, & Cocking, 1999). La segunda dimensión, dimensión del proceso cognitivo, conserva los seis niveles de Bloom, pero con las siguientes modificaciones: las tres primeras categorías son renombradas y cambiadas de orden; conocimiento pasa a ser llamado recordar, comprensión a entender y síntesis a crear, las tres categorías siguientes aplicación, análisis, y evaluación se mantienen, pero cambiando su forma verbal a aplicar, analizar y evaluar. Hay ejemplos de su aplicación en docencia, por ejemplo en el aprendizaje de la programación (Whalley et al., 2006). La taxonomía revisada con sus dos dimensiones se muestra en la Tabla 5. Esta taxonomía al ser bidimensional no puede ser comparada directamente con la taxonomía de Bloom, por tanto en la Tabla 7 se muestra únicamente la relación de la dimensión del proceso cognitivo respecto a la taxonomía de Bloom.

Tabla 5. Taxonomía revisada de Bloom (TRB)

		1. Recordar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analizar	5. Evaluar	6. Crear
Dimensión Conocimiento	Conocimiento de Hechos						
	Conocimiento Conceptual						
	Conocimiento Procedimental						
	Conocimiento Meta-cognitivo						

La segunda taxonomía presentada en 2001 se denominada Nueva Taxonomía de objetivos educativos (New Taxonomy, NT). El autor R.J. Marzano actualiza la taxonomía original de Bloom con los avances e investigaciones producidos desde la publicación de la taxonomía en 1956 (Marzano, 2001) (Marzano & Kendall, 2007). La NT, al igual que la taxonomía de Bloom, define seis niveles del procesamiento mental de la información, ordenados en niveles de complejidad creciente: nivel 1, recuperación de información; nivel 2, comprensión; nivel 3, análisis; nivel 4, utilización del conocimiento; nivel 5, meta-cognición y nivel 6, sistema de pensamiento autónomo (*self-system thinking*). Hay ejemplos de su aplicación en docencia, por ejemplo en la educación musical (Hanna, 2007). La correspondencia con la taxonomía de Bloom se muestra en la Tabla 7.

Por último y atendiendo al criterio cronológico establecido en esta sección, se presenta la taxonomía del aprendizaje de la Informática. Se presentó en 2007 como propuesta facilitadora para la aplicación de la taxonomía de Bloom al dominio de la informática (Fuller et al., 2007). La taxonomía adopta el nombre de taxonomía Matricial y consta de dos dimensiones: dimensión interpretación con cuatro categorías, recuerdo, comprensión, análisis y evaluación; y dimensión producción con tres categorías, ninguno, aplicar y crear. La Tabla 6 muestra la taxonomía Matricial. Su utilización permite a los alumnos avanzar en la adquisición de conocimientos mediante un avance en espiral, comenzando por la celda (ninguno, recuerdo) como nivel más básico. De igual modo a como ocurre con la taxonomía revisada de Bloom, no se puede establecer una equivalencia estricta entre la taxonomía Matricial y la taxonomía de Bloom, por constar de dos dimensiones; por tanto, se muestra en la Tabla 7 la relación para la dimensión interpretación. No obstante, cabe destacar la similitud entre la dimensión interpretación con sus cuatro niveles y la taxonomía de Bloom.

Tabla 6. Taxonomía Matricial

		Dimensión interpretación			
		recuerdo	comprensión	análisis	evaluación
Dimensión producción	crear				
	aplicar				
	ninguno				

En la Tabla 7, a modo de resumen, se muestran las equivalencias de las taxonomías presentadas respecto a la taxonomía de Bloom en su dimensión cognitiva.

## 2.4. TAXONOMÍAS DE APRENDIZAJE

Tabla 7. Relación entre la taxonomía de Bloom y otras taxonomías de aprendizaje según Anderson (2001).

Taxonomía de Bloom	Taxonomía de Gerlach – Sullivan	Categoría de Ausubel – Robinson	Jerarquía de Gagné				Stahl y Murphy		Romizowski	
AÑO 1956	1967	1969	1970				1981		1981	
<b>NIVEL 1 - Conocimiento</b>	1 – Nombrar 2 – Ordenar	1 – Aprendizaje Representacional	Aprendizaje por señales	Respuesta ante estímulos	Por asociación verbal	Por discriminación	Etapa 2 – recepción	Etapa 4 – retención	Categoría conocimiento: C. hechos C. métodos C. Conceptos C. principios	Categoría habilidades; aprendizaje reproductivo
<b>NIVEL 2 - Comprensión</b>	3 – Identificar 4 – Describir	2 – Aprendizaje Conceptual. 3 – Aprendizaje Proposicional o metodológico	Por concepto				Etapa 5 – transferencia			
<b>NIVEL 3 - Aplicación</b>	5 – Demostrar	4 – Aplicación del Aprendizaje	Aprendizajes de principios generacionales							
<b>NIVEL 4 - Análisis</b>	No existe correlación	5 – Aplicación de Resolución de problemas	Resolución de problemas				No existe correlación		Categoría habilidades; aprendizaje productivo	
<b>NIVEL 5 - Síntesis</b>	6 – Construir	6 – Aprendizaje de la Creatividad					Etapa 8 – generación			
<b>NIVEL 6 - Evaluación</b>	No existe correlación	No existe correlación					No existe correlación			

Taxonomía de Bloom	SOLO	Quellmalz	Hauenstein	Reigluth y Moodre	Taxonomía revisada de Bloom		Nueva taxonomía		Taxonomía Matricial	
AÑO 1956	1982	1987	1998	1999	2001		2001		2007	
<b>NIVEL 1 - Conocimiento</b>	Pre-estructural Mono-estructural	Recuerdo	Conceptualización	Memorización de información	Dimensión Cognición	Recordar	Nivel 1 - Recuperación de información	Dimensión Interpretación	Recuerdo	
<b>NIVEL 2 - Comprensión</b>		Comparación	Comprensión	Comprensión de relaciones		Comprender	Nivel 2 - Comprensión		Comprensión	
<b>NIVEL 3 - Aplicación</b>	Relacional	No existe correlación	Aplicación	Aplicación de habilidades		Aplicar	Nivel 4 - Utilización del conocimiento		No existe correlación	
<b>NIVEL 4 - Análisis</b>		Análisis	Evaluación (Análisis)	Aplicación de habilidades genéricas		Analizar	Nivel 3 - Análisis		Análisis	
<b>NIVEL 5 - Síntesis</b>		Inferencia	Síntesis			Evaluar	Nivel 5 - Meta-cognición		No existe correlación	
<b>NIVEL 6 - Evaluación</b>	Abstracción extendida	Evaluación	Evaluación (Calificación)	Crear		Nivel 6 - Sistema de pensamiento autónomo	Evaluación			



### 2.4.3 Críticas a la taxonomía de Bloom

La taxonomía de Bloom clasifica la adquisición del conocimiento en seis niveles de complejidad creciente. Es esta estratificación rígida uno de los mayores puntos débiles a los que se enfrenta. Lahtinen (Lahtinen, 2007) argumenta que estos niveles no son incrementales ya que los alumnos pueden llevar a cabo con éxito objetivos educativos de niveles superiores, no ocurriendo lo mismo con niveles inferiores. Dentro de las taxonomías presentadas, la taxonomía revisada de Bloom, mediante la utilización de dos dimensiones, permite un solapamiento en cuanto a la complejidad de los niveles (Anderson & Krathwohl, 2001) (Krathwohl, 2002), renunciando a una jerarquización estricta de los objetivos educativos y proporcionando una mayor plasticidad para su aplicación.

La taxonomía de Bloom, para cada uno de los seis niveles, establece objetivos, junto con un gran número de ejemplos ilustrativos sobre su realización. Para facilitar la consecución de estos objetivos, existe una primera aproximación en formato tabla donde se indican los verbos relacionados con cada nivel. La práctica de estos verbos permite alcanzar los objetivos propuestos. Un ejemplo de este tipo de tablas es la Tabla 4. No obstante, Gerlach y Sullivan (taxonomías de Gerlach y Sullivan) indican la falta de claridad a la hora de definir los conocimientos a alcanzar en cada uno de los seis niveles. Además, Metfessel et al. critican la generalidad y falta de ejemplos prácticos de la taxonomía de Bloom (Metfessel, 1969).

Como trabajo principal de esta memoria de tesis doctoral se presenta en el siguiente capítulo un marco instruccional colaborativo que desarrolla detalladamente los objetivos educativos del nivel de análisis de la taxonomía de Bloom bajo una perspectiva colaborativa. Este marco instruccional colaborativo solventa la indefinición de acciones a realizar en la aproximación mostrada en la Tabla 4 y la excesiva generalidad de la taxonomía.

### 2.4.4 Aplicación de la taxonomía de Bloom y problemática

La aplicación de la taxonomía de Bloom presenta una serie de dificultades inherentes a la propia taxonomía y a su formato de creación, no resultando una tarea sencilla. Diversas soluciones han sido propuestas, la más común es una tabla formada por seis filas, y tres o cuatro columnas. Cada fila desarrolla un nivel de la taxonomía. Las columnas típicamente de izquierda a derecha, muestran el nombre del nivel de la taxonomía, una descripción de los objetivos educativos a alcanzar, los verbos con las acciones para alcanzar los logros de cada nivel, y una última columna con ejemplos de actividades concretas para diversos dominios de aprendizaje. Un ejemplo ilustrativo de esta tabla se muestra en la Tabla 4.

La aplicación de la taxonomía de Bloom se ha realizado en múltiples dominios de aprendizaje, cómo física (Hestenes, 1992), ingenierías (Apple, Nygren, Williams, & Litynski, 2002) o matemáticas (Stolyarevska, 2011), entre otros. Su aplicación en el dominio del aprendizaje de la programación abarca deferentes vertientes, entre ellas podemos destacar: (1) utilización como marco de referencia para la creación de cursos y contenidos de acuerdo a su nivel de complejidad cognitiva (Howard, Carver, & Lane,

## 2.4. TAXONOMÍAS DE APRENDIZAJE

1996); (2) como herramienta facilitadora de la evaluación del aprendizaje de la programación (Thompson, Luxton-Reilly, Whalley, Hu, & Robbins, 2008); (3) como clasificador numérico de cursos según nivel de complejidad cognitiva, obtenida como la media aritmética del nivel cognitivo de las preguntas de evaluación clasificadas según los niveles de la taxonomía de Bloom (Oliver & Dobebe, 2007); (4) evaluación de los conocimientos adquiridos (Scott, 2003); o (5) como marco de referencia para analizar la eficacia del aprendizaje (Naps et al., 2003).

No obstante, la aplicación de la taxonomía de Bloom, y en especial en el dominio de la informática conlleva una problemática identificada por I. Hernán, M. Valero y J. Navarro, entre otros (Hernán-Losada, 2009; Hernán-Losada, Lázaro-Carrascosa, & Velázquez Iturbide, 2004) (Valero-García & Navarro, 2001), de entre las que se pueden resaltar las siguientes dificultades:

- a) Las descripciones de los distintos niveles son muy generales y ambiguas, ya que pretenden ser válidas para cualquier dominio de aprendizaje.
- b) Existencia de un mismo verbo en más de un nivel, por ejemplo comparar, expresar e interpretar. Este problema puede ser mitigado con la inclusión de ejemplos más específicos.
- c) Existen terminologías propias del dominio de aprendizaje contrarias a las definiciones utilizadas en la taxonomía. Por ejemplo, en el dominio de la ingeniería del *software* aparecen las fases análisis y síntesis que no corresponden con los niveles de la taxonomía de Bloom.
- d) Relativo a la complejidad del dominio de aprendizaje, la creación de actividades de enseñanza-aprendizaje que se adapten a un único nivel puede resultar una labor muy compleja.
- e) Determinar si los objetivos educativos a cubrir en el nivel utilizado han sido alcanzados con éxito.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, en el capítulo 3 se presenta una propuesta instruccional, que bajo un acercamiento colaborativo busca solventar las problemáticas anteriormente identificadas. Por lo tanto, la propuesta presentada tiene el objetivo de facilitar la utilización de la taxonomía de Bloom, proporcionando una grúa para la instrucción de clases colaborativas. Además, y con el objetivo de facilitar su utilización mediante su incorporación a plataformas *e-learning*, este ha sido modelado mediante lenguajes formales de modelado instruccional.

## 2.5 Aprendizaje colaborativo

En un primer acercamiento al aprendizaje colaborativo, es útil y necesario hacer una distinción entre aprendizaje cooperativo y aprendizaje colaborativo. El término colaborativo y cooperativo se utiliza como sinónimo en muchos contextos, no obstante, pueden ser diferenciados de acuerdo al rol del profesor y del aprendiz. Dillenbourg considera que el aprendizaje cooperativo requiere de una división de tareas entre los diferentes partícipes del grupo. Esta división es realizada por el profesor, sumándose todas las cooperaciones para conformar el artefacto final (Dillenbourg, Baker, Blaye, & O'Malley, 1995). Mientras que en la colaboración, las tareas son realizadas simultáneamente por los individuos. El alumno tiene completa responsabilidad sobre su proceso de aprendizaje. Dillenbourg define la diferencia como: "En cooperación, los participantes dividen el trabajo, resuelven sub-tareas de forma individual y luego

ensamblan los resultados parciales en un producto final. En colaboración, los socios realizan el trabajo en conjunto" (Dillenbourg, 1999). Adicionalmente, Roschelle y Teasley definen la colaboración como: "la colaboración es un proceso mediante el cual los individuos negocian y comparten significados relevantes para la solución del problema que les ocupa...., la colaboración es una actividad coordinada, sincronizada que es el resultado de un continuo intento de construir y mantener una concepción compartida de un problema" (Roschelle & Teasley, 1995).

Por tanto, en la cooperación, el aprendizaje se lleva a cabo por individuos, quienes contribuyen con sus resultados individuales a una solución grupal compuesta por aportaciones individuales. El aprendizaje en grupos cooperativos es visto como algo que se lleva a cabo de forma individual y, por tanto, puede ser estudiada con las conceptualizaciones tradicionales y los métodos de la investigación educativa y psicológica. En contraste, en la colaboración, el aprendizaje ocurre socialmente con la construcción colaborativa del conocimiento. Por supuesto, las personas están involucradas con los miembros del grupo, pero las actividades que desarrollan en el proceso colaborativo no son actividades de aprendizaje individual, sino grupal, como la negociación y el compartir. Los participantes no realizan tareas individualmente, sino que permanecen comprometidos con una tarea compartida que está construida y mantenida por y para el grupo. La negociación colaborativa y el compartir grupal (fenómenos centrales de la colaboración) no pueden ser estudiados con métodos psicológicos tradicionales.

No existe una única definición de aprendizaje colaborativo (*Collaborative Learning*, CL), buscando profundizar más en sus características, a continuación se presentan algunas de ellas. CL puede ser definido como el trabajo conjunto de un grupo de aprendices en la búsqueda de una meta académica, a través de tareas o actividades, que deben ser desarrolladas tanto por un mediador cognitivo como por el grupo de aprendices (Adams & Hamm, 1996). Johnson y Johnson (1975) lo definen como "...un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado que organiza e induce la influencia recíproca entre los integrantes de un equipo". Bajo una perspectiva socio-cognitiva Dillenbourg define CL como "...una situación en la que se espera que ocurran ciertas formas de interacción entre personas que potencialmente pueden promover mecanismos de aprendizaje, sin garantía de que dichas interacciones ocurran" (Dillenbourg, 1999). Bruffee considera que CL es un proceso de re-culturización que permite a los aprendices formar parte de una comunidad de conocimiento (Bruffee, 1999); así mismo, Roschelle y Beherend definen CL como un compromiso de participación y esfuerzo coordinado para la resolución conjunta de problemas (Roschelle & Teasley, 1995). El aprendizaje colaborativo se puede ver, por tanto, como un conjunto de estrategias de aprendizaje de un grupo de personas donde la interacción es la parte central del proceso de aprendizaje (Dodl, 1990). El equipo o grupo, formado por un pequeño conjunto de personas, es una estructura básica que permite la máxima interacción de sus miembros, muy idónea para alcanzar objetivos inmediatos. Por tanto, es el grupo la organización básica de la clase, a través del cual los alumnos se ayudan los unos a los otros en el proceso de adquisición del conocimiento (Slavin, 1988). La colaboración implica la interacción entre dos o más personas para producir un conocimiento nuevo, basándose en la responsabilidad por las acciones individuales, en un ambiente de respeto por los aportes de todos y un fuerte compromiso con el objetivo común (Johnson & Johnson, 1975).

## 2.5. APRENDIZAJE COLABORATIVO

Las primeras aplicaciones de métodos colaborativos surgen a finales de la década de 1950 (según (González & Díaz, 2005)) desarrollado por M.L.J. Abercrombie, mediante la aplicación de un nuevo método para realizar diagnósticos clínicos en estudiantes de medicina. Como resultado, los alumnos lograron ser más precisos en su labor. Partiendo de este nuevo método de enseñanza, K. Bruffee (Bruffee, 1999) comenzó a investigar y a aplicar el aprendizaje colaborativo en la década de 1970, aunque la gran mayoría de los estudios teóricos relacionados con este campo datan de los años 80.

El aprendizaje colaborativo se genera a partir de una serie de principios identificados por Crook, como: (1) la articulación, (2) el conflicto y (3) la co-construcción (Crook, 1996). Más detalladamente:

- (1) *El principio de articulación*, refleja como el valor educativo y cognitivo de esta estrategia de aprendizaje se deriva de la necesidad que tiene el participante de organizar, justificar y declarar sus propias ideas al resto de compañeros. Así como de la necesidad de su interpretación, es decir, traducción cognitiva, para que sea comprendida por sus iguales.
- (2) *El principio del conflicto*, por el que se asume que los beneficios se producen en el contexto de los desacuerdos y de sus refuerzos para resolverlos. Desacuerdos que serán de extraordinaria importancia para estimular los movimientos discursivos de justificación y negociación.
- (3) *El principio de co-construcción*, hace referencia a la importancia que tiene el hecho de compartir objetivos cognitivos comunes y que el resultado alcanzado no sea la simple yuxtaposición de información, sino su elaboración, reformulación y construcción conjunta entre los participantes.

El aprendizaje colaborativo, como método de aprendizaje, puede ser estructurado formalmente de acuerdo a los tres principios identificados por Crook, o simple e informalmente, como cuando los estudiantes discuten sus ideas entre ellos buscando alguna respuesta consensuada, para después compartirla con sus colegas.

En un acercamiento formal, durante un proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo se requiere de una planificación, instrucción detallada y espacio común para la comunicación, ya sea físico o virtual. La planificación e instrucción detallada se diseña cuidadosamente por el docente, definiendo objetivos, materiales de trabajo y división del tópico a tratar en sub-tareas. Además, el docente ha de officiar de mediador cognitivo, proponiendo preguntas esenciales y subsidiarias que realmente apunten a la construcción del conocimiento y no a la repetición de la información obtenida. Finalmente, el docente ha de monitorizar el trabajo, resolviendo cuestiones puntuales de carácter grupal o individual. En relación al espacio común (virtual o físico), este ha de permitir una interacción fluida del grupo. Todos estos requerimientos, conllevan un cambio de roles respecto a la enseñanza tradicional. El tradicional rol activo del profesor deja paso a un rol mucho más activo de los alumnos. El docente tiene una mayor carga cognitiva en la preparación de la actividad colaborativa y en su instrucción, mientras los alumnos llevan el peso cognitivo durante la realización de la actividad.

Existen gran variedad de métodos instruccionales que pueden ayudar al docente en la instrucción de una actividad grupal colaborativa. En las siguientes secciones se presentan métodos activos de aprendizaje, cooperativos y colaborativos, así como el rol que los elementos computacionales pueden asumir en la instrucción de las actividades, denominado instrucción soportada por computado. La unión de métodos instruccionales

colaborativos y elementos computacionales no es un paso trivial. Como propuesta instruccional, esta memoria de tesis doctoral presenta y desarrolla un marco instruccional colaborativo en el capítulo 3 y un soporte computacional en el capítulo 4.

La investigación en el aprendizaje colaborativo en distintos dominios de aprendizaje y su efecto en la dimensión motivación, proclaman que existe una la relación positiva entre métodos activos de aprendizaje colaborativo y el incremento de la motivación en los alumnos, entre ellos y a modo ilustrativo tenemos: medicina (Langelotz, Junghans, Günther, & Schwenk, 2005) o informática (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Alcover, et al., 2014) (Debdi, Velázquez-Iturbide, & Paredes-Velasco, 2013).

## 2.6 Instrucción soportada por computador

En secciones anteriores se han presentado los paradigmas educativos más relevantes, haciendo énfasis en cómo modelan el proceso de aprendizaje, y las bases psicológicas que los han inspirado. En la presente sección, nos centramos en las metodologías instruccionales que permiten desarrollar los paradigmas anteriores con el apoyo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Existen multitud de formas de utilización de la tecnología en el aula como soporte a la instrucción. Previo al desarrollo de los ordenadores personales existían múltiples tipos de tecnologías utilizadas en el aula con un cierto éxito, como películas, televisión y un largo etcétera (Cuban, 1986). Sin embargo, no fue hasta la aparición de los ordenadores personales cuando el concepto de instrucción tecnológica tomó entidad suficiente como área de estudio y análisis, basada en el uso de las TIC en la educación. La utilización de las TIC en la educación ha sido ampliamente estudiada, desde la utilización de *PowerPoint* o multimedia (Demb, Erickson, & Hawkins-Wilding, 2004; Lowther, Ross, & Morrison, 2003), hasta sus efectos en el compromiso de los estudiantes (Hyden, 2005). No obstante, la utilización de la tecnología no es suficiente para alcanzar un aprendizaje efectivo, sino que es necesaria su combinación con métodos y objetivos pedagógicos (Hoppe, 1999). De la combinación de las metodologías instruccionales, cuyo fin es guiar el aprendizaje, junto con la utilización de las TIC, Koschmann propone una clasificación de los paradigmas de enseñanza asistida por ordenador (Koschmann, 1996): CAI, ITS, LOGO-as-Latin y CSCL. Esta clasificación permite ilustrar la evolución del uso de las TIC en la educación de acuerdo a las distintas teorías pedagógicas.

### 2.6.1 CAI

Como primera aproximación de la utilización del computador en la instrucción en el aula surgió el paradigma CAI (*Computer Assisted Instruction*). CAI está basado en el paradigma de aprendizaje conductivista, proponiendo la instrucción en base a un proceso planificado de transmisión de la información del profesor al alumno. El paradigma CAI proviene de la evolución que comenzó en la década de los 50 y 60 con el movimiento de los objetivos conductistas (Saettler, 1990), donde se establece el aprendizaje como un ente cuantificable. El aprendizaje puede estructurarse a través de

## 2.6. INSTRUCCIÓN SOPORTADA POR COMPUTADOR

taxonomías de aprendizaje que, basadas en objetivos educativos, facilitan su identificación y posterior evaluación, destacando las taxonomías de Bloom (Bloom et al., 1956) y posteriormente Gagné (Gagné, 1968).

El paradigma CAI identifica claramente los roles de profesor y alumno. El profesor adquiere y transmite conocimiento formal del modo más eficiente posible según una planificación preconcebida (instrucción programada), evaluando si los estudiantes han adquirido el conocimiento. Los alumnos enfocan el aprendizaje como la adquisición pasiva o absorción de un conocimiento rígido.

La instrucción programada, como proceso de transmisión y entrega de conocimiento es desarrollada en tres fases. En la primera fase, previo al comienzo del aprendizaje se identifica el objetivo a alcanzar y el nivel de aprendizaje que debe adquirir el alumno. En una segunda fase, se dividen los contenidos en unidades temáticas y se secuencian para su presentación a los alumnos. En la tercera y última fase, se especifica la metodología de evaluación. El docente debe especificar cómo se van a evaluar el nivel de adquisición de los contenidos transmitidos, así como la consecución del objetivo fijado.

Bajo la aproximación CAI se han agrupado múltiples utilidades de los ordenadores en el aula (Steinberg, 1991), aunque se identifica el hito de la creación de *Coursewriter* por IBM en 1960 como primera herramienta de autor bajo el paradigma CAI (Suppes & Macken, 1978). Sin embargo, son autores como Koschman quienes centran la utilización de CAI como paradigma de diseño y evaluación de tecnologías instruccionales.

Los prototipos iniciales bajo el paradigma CAI proporcionaron un conjunto de herramientas informáticas sencillas, implementadas en su mayoría por desarrolladores de *software* con amplia experiencia en enseñanza (Larkin & Chabay, 1992). Este hecho creó prototipos basados en las creencias y actitudes imperantes en la comunidad educativa (Cuban, 1993). No obstante, la evolución de paradigma CAI hacia el concepto de instrucción programada, permitió establecer las siguientes estrategias para el desarrollo de aplicaciones: identificar el conjunto de objetivos de aprendizaje a cubrir; descomposición en conjuntos más simples de componentes y tareas; y finalmente, el desarrollo de una secuencia de actividades diseñadas para alcanzar los objetivos de aprendizaje (instrucción programada).

Además, al estar CAI basado en el paradigma conductista, utiliza el estímulo y el cambio de conducta que origina como unidad de análisis. El aprendizaje se basa en la respuesta que el alumno presenta ante los estímulos, reforzándose el conocimiento adquirido; por tanto, el método instruccional utiliza la secuenciación de estímulos, respuestas y refuerzos positivos. Cuando el estímulo no logra una respuesta correcta en cuanto al aprendizaje, en la mayoría de los casos se opta por no permitir avanzar en el tema hasta que se alcancen los contenidos mínimos. Por lo tanto, se han de tener en cuenta los tres fundamentos de la instrucción programada: auto-estímulo en la utilización del sistema, facilitar la participación del alumnos en su proceso de aprendizaje y proporcionar un correcto *feedback* a los alumnos en el uso del sistema (Gagné, 1985; Pressey, 1964; Rodríguez, 2000).

Aunque CAI ha sido el primer paradigma instruccional con soporte computacional, sigue siendo ampliamente utilizado. Bajo el paradigma CAI se puede agrupar un gran abanico de *software* enfocado en ejercicios prácticos, así como gran cantidad de contenidos web para la formación, tanto en sus contenidos como en sus metodologías de evaluación. Atendiendo a cómo se presentan los contenidos al alumno se identifican dos grandes grupos de herramientas *software*: programas tutoriales, que presentan los contenidos en entregas consecutivas a los alumnos, y programas de prácticas guiadas, que utilizan la resolución de ejercicios para el desarrollo del aprendizaje y el estímulo de los alumnos.

La investigación en CAI interpreta el aprendizaje como la medición de las diferencias mostradas en la adquisición de competencias. Así, el aprendizaje se ve como la variable dependiente, mientras que la introducción de diferentes elementos tecnológicos representa la variable independiente. La metodología de evaluación utiliza test para la toma de datos antes (pre-test) y después (post-test) del proceso de enseñanza, de esta forma, el aprendizaje se mide en función de las diferencias obtenidas en las pruebas objetivas.

Las principales críticas del paradigma CAI son: una excesiva preocupación por la eficacia de la instrucción; gran rigidez en la instrucción debido a la utilización de la instrucción programada (Rodríguez, 2000); y rigidez en las respuestas de *feedback* de los sistemas, al estar limitada la utilización de lenguaje natural. Estas limitaciones llevan a un detrimento del rol activo del alumno dentro de su proceso de aprendizaje, siendo esto una contradicción con las tendencias actuales en pedagogía, tal y como se presenta en esta memoria de tesis doctoral.

### 2.6.2 ITS

El paradigma instruccional ITS (*Intelligent Tutoring System*), desarrollado en los años 70, es concebido como la evolución del paradigma CAI, donde se presentan soluciones a los problemas detectados, prestando especial atención a la problemática derivada de la instrucción programada. ITS comienza su desarrollo con la incorporación de los desarrolladores del campo de la inteligencia artificial a la investigación en el área educativo (Carbonell, 1970). Wenger (1987) indica como hito de partida para ITS la tesis doctoral de Carbonell en 1970. La Inteligencia Artificial (AI) está basada en la conjetura de que la cognición puede ser modelada mediante sistemas computacionales inteligentes, y puede servir como modelo de estudio del proceso de la mente humana (Pylyshyn, 1993). Si los ordenadores pueden ser programados mediante técnicas de IA, podrán asumir el rol de profesor experto. Aunque la tutoría uno a uno, entre profesor y alumno, es concebida como un objetivo idealizado de la enseñanza (Bloom, 1984), la bondad del paradigma ITS se basa en la proposición de que la educación puede ser mejorada proporcionando a cada alumno un tutor personal (basado en IA) (Lepper, Woolverton, Mumme, & Gurtner, 1993). ITS contempla la instrucción como una instrucción individualizada para el aprendiz, dinámica y tutelada, que tiene en cuenta el estado de partida del aprendiz para su adaptación personalizada.

El paradigma ITS se sustenta en las teorías cognitivas de la época, donde se percibe el conocimiento como un todo a ser adquirido durante el proceso de aprendizaje. ITS se basa en la teoría del procesamiento de la información, donde se sostiene la idea de que

## 2.6. INSTRUCCIÓN SOPORTADA POR COMPUTADOR

la mente humana puede ser simulada mediante agentes *software* inteligentes, y por tanto, el alumno puede ser visto como un procesador de información similar a un ordenador. El alumno, por lo tanto, procesa información de entrada y produce una salida como adquisición de destrezas o habilidades (Martínez, 2003). El proceso de aprendizaje es visto como la construcción de un modelo mental para el dominio de aprendizaje, que evoluciona conforme a la entrada de información y la adquisición de destrezas.

La arquitectura de los modelos ITS está basada en la propuesta de modelos realizada por Wenger, donde se identifican cuatro posibles modelos: modelo del tutor; modelo del dominio; modelo del alumno y modelo del diálogo (Wenger, 1987). Estos modelos definen diferentes aspectos a cubrir por los sistemas ITS, por ejemplo, cómo responde el sistema ante diversas situaciones de aprendizaje (modelo del dominio) o cómo se define el plan instruccional adaptado al alumno (modelo del tutor).

El paradigma ITS ha evolucionado desde sus orígenes cambiando parte de sus objetivos iniciales, tales como la recreación del modelo cognitivo del estudiante mediante computador, así como el control exhaustivo en el modelo de aprendizaje. Esta restricción en los objetivos ha permitido una mayor proliferación de herramientas basadas en el paradigma.

Aunque los paradigmas CAI e ITS comparten la metáfora del ordenador como canal instruccional, existen claras diferencias referentes a la plasticidad de la instrucción de ITS frente a la instrucción en CAI. Mientras ITS se caracteriza por una instrucción flexible adaptada a los alumnos conforme a una enseñanza personalizada, CAI utiliza una instrucción rígida basada en la instrucción programada. No obstante, no todo son bondades en el paradigma ITS, ya que se denota una falta de teorías conceptuales sobre las que basar ITS que puedan ayudar al diagnóstico de errores conceptuales. Además, se ha de tener en cuenta el elevado coste del desarrollo de sistemas computacionales que implementen el paradigma para múltiples dominios de aprendizaje.

A pesar de estas dificultades, ITS ha sido aplicado en dominios de aprendizaje para el ámbito de la enseñanza superior, entre los que cabe destacar: aprendizaje de la programación (Jurado et al., 2009) (Deek & McHugh, 2000; Forcheri & Molfino, 1994) (Brusilovsky, Schwarz, & Weber, 1996); matemáticas (Bernat & Morinet-Lambert, 1996; Koedinger, Anderson, Hadley, & Mark, 1997; Ortega, Bravo, Bravo, Muñoz, & Redondo, 1998); medicina (Obradovich et al., 1996; Schewe, Quak, Reinhardt, & Puppe, 1996), etc.

### 2.6.3 LOGO-as-Latin

El paradigma LOGO-as-Latin toma su nombre de la unión de dos grandes pilares, uno de la informática y otro del lenguaje natural. Por un lado, se tiene el Latín como columna vertebral del aprendizaje multidisciplinar, y por otro, el lenguaje de programación LOGO, también considerado un pilar básico en el aprendizaje de la programación y ampliamente utilizado para la enseñanza de la programación (Barros, 1999). Como máximo exponente de este paradigma cabe destacar Seymour Papert con sus experiencias con LOGO (Papert, 1980).



El paradigma instruccional LOGO-as-Latin se basa en el constructivismo. A diferencia de los paradigmas ITS y CAI que entienden el conocimiento como un ente a ser transmitido del profesor al alumno. LOGO-as-Latin basa la adquisición del conocimiento como el proceso mental individual para la creación de modelos que, basados en las experiencias anteriores del individuo, le permitan la adquisición satisfactoria del nuevo conocimiento. Por tanto, son muy relevantes los medios proporcionados por el docente para que los alumnos puedan explorar de forma autónoma.

De tal modo, la docencia se centra en proporcionar los mecanismos necesarios para que el alumno pueda guiar su auto-aprendizaje. Además, los errores no se consideran un elemento adverso, sino un proceso natural en el aprendizaje. Dependiendo del tipo de enfoque, constructivista puro o no, la labor del docente puede ir, desde un mero facilitador de los materiales o canales para la exploración de conocimientos con nula intervención, hasta una mínima intervención en momentos puntuales de la instrucción. El alumno adopta el rol del profesor y mediante la programación, convierte al ordenador en el alumno. Por lo tanto, la tecnología tiene una gran relevancia, facilitando la ejercitación práctica del alumno en supuestos lo más parecidos al mundo real.

La principal crítica que recibe este paradigma es la dificultad encontrada en la experimentación para trasladar las habilidades y destrezas adquiridas de unos dominios a otros. Existen trabajos que denotan esta dificultad, como por ejemplo, el sistema basado en micro-mundos y denominado LOGO (Pea & Kurland, 1984).

De acuerdo a la clasificación realizada por Koschmann (1996), existe un cuarto paradigma instruccional denominado Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador (CSCL) que se desarrolla en una sección propia, por ser el paradigma computacional utilizado en esta memoria de tesis doctoral.

### 2.7 Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador CSCL

Con la incorporación de la dimensión tecnológica al aprendizaje colaborativo surge el Aprendizaje Colaborativo Soportado por Ordenador (*Computer Supported Collaborative Learning*, CSCL). Este paradigma es un área emergente de las ciencias del aprendizaje, referente a estudiar cómo las personas pueden aprender junto con la ayuda de computadores (Stahl, Koschmann, & Suthers, 2006).

Las primeras aproximaciones a la problemática sobre el uso de la tecnología en el aprendizaje educativo surgió en la "*Conference on Joint Problem Solving and Microcomputers*" (Cole, Miyake, & Newman, 1983) y en el *workshop* auspiciado por el Programa Especial en Tecnologías Avanzadas para la Educación en 1989 (O'Malley, 1995). En posteriores *workshops*, conferencias y publicaciones se fue perfilando el paradigma de Aprendizaje Colaborativo Soportado por Ordenador (Koschmann, 1992; Koschmann, Newman, Woodruff, Pea, & Rowley, 1993; Koschmann, 1996), entre otras. No obstante, cabe destacar, como punto de inflexión para su amplia utilización, la publicación de Kochmann (1996).

## 2.7. APRENDIZAJE COLABORATIVO SOPORTADO POR COMPUTADOR CSCL

El aprendizaje colaborativo soportado por ordenador es una estrategia de enseñanza a través de la cual, dos o más aprendices interactúan para construir conocimiento, siendo el canal de interacción el computador (Badia, Mominó, & Gregori, 2001). Por tanto, CSCL como aprendizaje colaborativo asistido por ordenador, puede realzar la interacción entre pares y el trabajo en grupo. La incorporación de la tecnologías y la colaboración facilitan la compartición de experiencias a través de una comunidad virtual (Lipponen, 1999). No obstante, CSCL no tiene por objetivo sustituir medios de interacción habituales, sino complementar esa interacción.

CSCL se basa en dos ideas principales: en primer lugar, la idea de aprender de forma colaborativa mediante grupos de colaboración; en segundo lugar, no se contempla al aprendiz como un ente aislado, sino en interacción con otros aprendices. Se tiene en cuenta la gran importancia de compartir objetivos y de la distribución de responsabilidades. Además, se pone énfasis en el papel del ordenador como elemento mediador que apoya este proceso.

El Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador está basado en la cognición social, que a su vez se sustenta en tres grandes corrientes: Socio-Constructivismo (Koschmann, 1996); Socio-Cultural y teoría Situacional, presentadas anteriormente.

### 2.7.1 Investigaciones en el campo CSCL

La investigación en el campo del aprendizaje colaborativo es compleja y heterogénea, debido a que los fundamentos teóricos en los que se sustenta tienen en cuenta diferentes aspectos como el grupo, su comportamiento, el compromiso, la tarea y la concepción de la tarea como elemento compartido. Estos aspectos dan cabida a líneas de investigación amplias y variadas. Además, el paradigma CSCL se centra en entornos enriquecidos tecnológicamente que, bajo una perspectiva constructivista, presta especial atención a la dimensión social de aprendizaje.

La investigación en CSCL se interesa por responder a preguntas del tipo ¿cómo interfieren los factores sociales en el proceso de aprendizaje?, ¿cómo se utiliza la tecnología en entornos colaborativos?. La investigación en CSCL utiliza métodos de investigación de las ciencias sociales, existiendo diferentes tendencias identificadas por Koschmann (1996). Primero, y dependiendo de los tipos de preguntas planteadas, las investigaciones en trabajos en CSCL tienden a centrarse en el proceso más que en los resultados obtenidos. Es por tanto la interacción de los partícipes la unidad de análisis. En segundo lugar, existe la tendencia en los estudios en CSCL hacia la descripción de los procesos colaborativos más que hacia la experimentación (Guba & Lincoln, 1981). En tercer y último lugar, en la investigación se tiende hacia un entendimiento del proceso desde el punto de vista de los participantes; cómo se realiza el diálogo entre participantes, los artefactos construidos de forma colaborativa, etc.

Bajo el punto de vista cronológico podemos observar diferentes tendencias en las líneas de investigación. En las primeras publicaciones relativas al paradigma CSCL, la mayoría de los trabajos de investigación han estado centrados en la eficacia del aprendizaje. Esta tendencia ha sido motivada por el entusiasmo propiciado por la introducción de la informática en la educación (Gros, 2000). Dicho entusiasmo ha venido alentado por la gran proliferación de literatura relativa a entornos virtuales de

formación y formación a distancia. Dentro de estos trabajos, Fischer et al. (Fischer, Bruhn, Gräsel, & Mandl, 2002) indican: "en el conjunto de estudios realizados se ha mostrado que la eficacia del aprendizaje rara vez ha sido conseguida poniendo juntos a los estudiantes". Se aprecia una buena satisfacción en la forma de aprendizaje, pero una calidad insuficiente (Kirschner, Buckingham-Shum, & Carr, 2003). Estos bajos resultados son debidos más a problemáticas de comunicación entre participantes que a restricciones debidas a las plataformas informáticas utilizadas (Gunawardena, Lowe, & Anderson, 1997).

Trabajos posteriores centran su investigación en el estudio de las condiciones que favorecen el aprendizaje colaborativo, así como en el diseño de entornos que permitan desarrollarlo. Dentro de esta vertiente existen múltiples grupos de investigación que, partiendo de un acercamiento socio-cultural, desarrollan su investigación como continuación de los trabajos piagetianos y vigotskianos sobre el aprendizaje colaborativo en el aula, el conflicto y la negociación.

## 2.7.2 CSCL como modelo instruccional

Dentro de los modelos de instrucción soportados por computador y presentados anteriormente, se ha omitido el modelo instruccional CSCL con el fin de proporcionar, en este apartado, una visión más detallada del mismo. Con el objetivo de contextualizar los diferentes métodos activos de aprendizaje se cubren tanto los métodos cooperativos con los método colaborativos, no obstante, se presta especial atención a estos últimos. CSCL como modelo instruccional se basa en los modelos activos colaborativos, incorporando el computador como elemento central y transversal en la instrucción.

### 2.7.2.1 Introducción al aprendizaje activo

Dentro de las directrices propuestas en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), así como del proceso de estandarización de la educación promovido por Bolonia (Fejes, 2006), se fomentan cambios en los currículos académicos para adaptarlos hacia un aprendizaje activo (activo-cognitivo), donde el estudiante utiliza sus conocimientos para dar solución a un problema (Mayer, 2002). Para el dominio del aprendizaje de la programación Jurado et al. indican: "aplicar el paradigma colaborativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación mediante la resolución de problemas o proyectos en grupos colaborativos, permitiría introducir los principios del EEES en la adquisición de esta competencia" (Jurado, Molina, Redondo, & Cantero, 2012).

Dentro de las primeras aproximaciones al aprendizaje activo nos encontramos con el aprendizaje cooperativo. Para Johnson y Stanne, existen cuatro modelos principales de aprendizaje cooperativo (Johnson, Johnson, & Stanne, 2000):

1. *Jigsaw* o puzle (Aronson, 1978), trata de elaborar, comprender y aprender un tema trabajando en grupos heterogéneos de 5 o 6 alumnos. Cada alumno investiga una parte, creándose grupos transversales de expertos de la misma parte. Finalmente se elabora un trabajo grupal con las aportaciones de cada alumno.

## 2.7. APRENDIZAJE COLABORATIVO SOPORTADO POR COMPUTADOR CSCL

2. *Student Team Learning* o Aprendizaje por Equipos. Como método de aprendizaje hace referencia a distintos modelos desarrollados en la universidad de John Hopkins (Slavin, 1978b).

En todos ellos se resaltan la utilización de metas grupales, así como la adquisición de los conocimientos por todos los miembros del grupo. Existiendo las siguientes variantes:

- 2.1. *Teams-Games-Tournaments* (TGT o Torneos de Equipos de Aprendizaje) (De Vries & Slavin, 1978), combina el trabajo cooperativo dentro de los grupos con la competición entre grupos. El proceso comienza con una explicación del profesor, y a continuación se forman grupos de 5 o 6 alumnos. Semanalmente se enfrentan integrantes de cada grupo y las puntuaciones son sumadas a su grupo.
- 2.2. *Student Team Achievement Division* (STAD o División de logros entre equipos de alumnos) (Slavin, 1978a). Se asigna un objetivo compartido de aprendizaje a pequeños grupos de alumnos. Slavin simplificó el método TGT para que pudiera ser más viable en el aula cambiando las competiciones entre grupos por exámenes individuales.
- 2.3. *Jigsaw II* (Puzle II) es una adaptación realizada por Slavin donde se entrega material a los grupos y se asignan subconceptos individuales. Los alumnos preparan estos subconceptos con los grupos de expertos exponiendo lo aprendido al grupo.
- 2.4. *Team Assisted Individualization* (TAI o Individualización con Ayuda de Equipos) (Slavin, 1985) (Slavin, 1985) especialmente diseñado para el dominio del aprendizaje de las matemáticas. Permite crear grupos homogéneos de estudiantes a partir de grupos heterogéneos, mediante un proceso de trabajo individual en primera instancia y una posterior cooperación en la revisión de los trabajos individuales por los miembros del grupo. La formación de los grupos heterogéneos se realiza mediante una prueba inicial. El número de miembros de los grupos oscila entre 4 o 5 participantes.
3. *Learning Together* o Aprendiendo Juntos (Johnson & Johnson, 1975), se trabaja grupalmente una única tarea fomentándose las destrezas sociales. Los grupos lo forman de 2 a 5 estudiantes que se evalúan de forma conjunta e individual; por tanto, se busca el éxito grupal y personal.
4. *Group Investigation* (G-I Investigación en Grupo) (Sharan & Hertz-Lazarowitz, 1980), se utiliza para afrontar tareas complejas que requieren de la utilización de diversas fuentes de información. Los grupos son heterogéneos, los conforman de 2 a 6 estudiantes. Después de la presentación del profesor, el grupo reparte el trabajo entre sus componentes y se investiga de forma individual. Posteriormente, se unifican los conocimientos en un informe final.

Además de los modelos anteriores, identificados por Walters y Johnson, existen otros dos modelos ampliamente difundidos (Paredes Velasco, 2006):

5. *Scripted Cooperation* (Cooperación con guion) (Lambiotte et al., 1987), se centra en el dominio de análisis y procesamiento de textos por parejas de alumnos. El profesor divide los textos en unidades con significado, los alumnos leen simultáneamente un texto y uno explica al otro todo lo retenido, mientras su pareja le completa con sus contenidos asimilados. Repiten el proceso con todas las porciones del texto intercambiando los roles.

6. *Peer Tutoring* (Tutoría entre iguales), normalmente crea parejas asimétricas donde, un alumno que es el tutor, ayuda a otro alumno (tutelado). Ambos alumnos tienen por objetivos enseñar, aprender contenidos y solucionar problemas. Los roles son intercambiados dependiendo del dominio del conocimiento a cubrir. El profesor intervendrá solo cuando las parejas lo necesiten, evaluando el trabajo regularmente.

Estos métodos constituyen unas propuestas pedagógicas bien cerradas, que guían a profesores y alumnos hacia un aprendizaje cooperativo.

No obstante, existe otro conjunto de propuestas que evolucionan hacia un aprendizaje colaborativo, como: Aprendizaje Basado en Problemas (*Problem-Based Learning*, PBL); Aprendizaje Orientado en Proyectos (*Project-Oriented Learning*) y Aprendizaje Basado en Casos de Uso (*Case-Based Learning*, CBL), desarrollados en las siguientes secciones.

### 2.7.2.2 Aprendizaje Basado en Problemas

El modelo Aprendizaje Basado en Problemas (*Problem Based Learning*, PBL) puede ser definido como (Finkle & Torp, 1995): (traducción libre): "... el desarrollo del currículo e instrucción mediante el desarrollo simultáneo de estrategias para la resolución de problemas y bases de conocimiento disciplinar, posicionan al estudiante en el rol activo de resolver problemas frente a problemas mal estructurados fieles al mundo real".

El modelo PBL (Barrows & Tamblyn, 1980) es un método de instrucción colaborativo centrado en casos y dirigido por el aprendiz. En PBL el aprendizaje de los alumnos se centra en problemas complejos que no tienen una única solución correcta, los alumnos trabajan colaborativamente para identificar aquello que necesitan aprender, aplicando el nuevo conocimiento para la resolución de nuevos problemas (Hmelo-Silver, 2004). El método es ampliamente utilizado en un amplio número de disciplinas como: medicina (Barrows & Tamblyn, 1980), economía (Gijsselaers, 1996), ingeniería química (Woods, 1994), ingeniería electrónica (Perales, Barrero, Sergio, Marín, & Durán, 2012) o formación de profesores (Hmelo-Silver, 2004).

PBL está dirigido por el alumno y está enfocado a alcanzar una solución al problema propuesto, a través de la recopilación de información, defensa de hipótesis y puesta en común de la solución. La actividad del profesor se centra en potenciar el razonamiento crítico. La resolución de los problemas se lleva a cabo mediante una sucesión de etapas: estudio, clasificación de la información, análisis de problemas similares, generación de hipótesis de trabajo y finalmente, verificación y conclusiones.

A partir de PBL, Koschmann et al. propusieron un modelo que mantiene estas características de aprendizaje e incorpora la tecnología al servicio del mismo, el cual se denomina Aprendizaje Basado en Problemas Soportado por Computador (*Supported Collaborative Problem Based Learning*, SCPBL), proponiendo unas directivas a la hora de diseñar una aplicación educativa (Redondo, 2002), y más recientemente García-Robles propone un modelo *elearning* basado PBL para la ingeniería informática (García-Robles, Díaz-del-Río, Vicente-Díaz, & Linares-Barranco, 2009).

## 2.7. APRENDIZAJE COLABORATIVO SOPORTADO POR COMPUTADOR CSCL

Existen muchas variables posibles a tener en cuenta en PBL que pueden producir una amplia variación en la calidad y los objetivos educativos alcanzados. Barrows propone una taxonomía para facilitar un conocimiento sobre estas diferencias que ayude al profesor en la elección del método PBL más apropiado para sus estudiantes. Para un mayor nivel de concreción, consultar (Barrows, 1986).

### 2.7.2.3 Aprendizaje Orientado por Proyectos

El modelo Aprendizaje Orientado por Proyectos (*Project-Oriented Learning*, POL) (Jones et al., 1997) involucra a los alumnos en algún tipo de proyecto que, por lo general, conduce a productos. Sin embargo, el objetivo principal del proceso es el efecto de aprendizaje y no el producto en sí mismo. Un proyecto se puede definir como una tarea de investigación y desarrollo limitada en el tiempo, con la que los alumnos, de forma individual o grupal, aprenden sobre contenidos, métodos y trabajo autónomo acerca de una materia (Burdewick, 2003).

El modelo utiliza el proyecto como una actividad comunitaria y de cohesión social, mediante la cual los alumnos aprenden a planificar y coordinar tareas, así como, debatirlas, siendo suyo el rol activo de aprendizaje. Por tanto, los alumnos adquieren habilidades sociales para trabajar coordinadamente y planificar tareas, así como capacidades para expresar y defender sus puntos de vista (Blumenfeld et al., 1991). El profesor solo presta su apoyo en la planificación y en temas puntuales.

### 2.7.2.4 Aprendizaje Basado en Casos

El modelo Aprendizaje Basado en Casos (*Case-Based Learning*, CBL) es un modelo de diseño instruccional surgido como variante del modelo *Project-Oriented Learning*. CBL significa razonamiento basado en recordar experiencias previas (Kolodner, 1993). Un aprendiz propone soluciones a problemas mediante la utilización de experiencias previas (casos), recordando situaciones anteriores, comparándolas y contrastándolas con el nuevo problema. Del conjunto de experiencias previas, el aprendiz selecciona la que mejor se acomode al nuevo problema. Entonces, el nuevo problema es añadido a la memoria del aprendiz para su posterior utilización al enfrentarse a otros problemas. De acuerdo con el *Center for Instructional Development & Distance Education*, "los casos se basan en hechos reales, problemas complejos escritos para estimular la discusión y el análisis colaborativo en la clase. La enseñanza mediante casos implica la exploración interactiva de situaciones reales y específicas. Los estudiantes consideran los problemas desde una perspectiva de análisis, esforzándose por resolver cuestiones que no tienen una única respuesta correcta" (Osinubi & Ailoje-Ibru, 2014).

La diferencia fundamental entre PBL y CBL estriba en que, mientras el primero no requiere de conocimientos o experiencia previa en la materia sobre la que se realiza el aprendizaje, CBL requiere a los estudiantes tener un grado de conocimiento sobre la materia de estudio (Williams, 2005). Garvey et al. lo describe de otro modo: "aunque PBL y CBL comparten objetivos comunes, cada uno posee características únicas. En PBL, el problema conduce el aprendizaje. El formato instruccional CBL requiere a los estudiantes recopilar materiales aprendidos previamente para resolver el caso" (Garvey, O'Sullivan, & Blake, 2000).

A diferencia del modelo *Project-Oriented Learning*, que tiene un carácter más orientado a elementos de enseñanza-aprendizaje final y acumulativa, CBL está más próximo en cuanto a su utilización a *Problem-Based Learning*; es decir, se utiliza a lo largo de todo el proceso de aprendizaje. Las principales características de CBL son: instrucción centrada en el aprendiz, fomento de la colaboración y cooperación entre participantes, y fomento de la discusión, basada en el análisis de casos reales.

El modelo CBL es ampliamente utilizado en escuelas de negocios (Barnes, 1994) (Harvard Business School, 2003) y especialmente en las ciencias de la salud. Abraham realiza un estudio pormenorizado del estado del arte en la utilización de CBL en este dominio (Osinubi & Ailoje-Ibru, 2014).

### 2.7.3 CSCL y su problemática en la evaluación

Tradicionalmente, todo proceso educativo, y especialmente si es un proceso reglado por un currículo académico, requiere de una fase de evaluación de los logros alcanzados. Cuando la instrucción se realiza con el apoyo de medios computacionales, cabe también la evaluación sobre el impacto que éstos han tenido en diferentes vertientes como: en el proceso cognitivo, en la eficacia del aprendizaje o en la motivación.

Existen múltiples definiciones de evaluación que atienden a diversos matices según las necesidades o contextos a los que se aplique. De entre las múltiples definiciones, según la Real Academia de la Lengua Española<sup>4</sup> tenemos: "evaluación. (De evaluar). 1. f. Acción y efecto de evaluar. 2. f. Examen escolar". El modelo instruccional CSCL, al estar basado en el constructivismo, focaliza la evaluación en el proceso de aprendizaje, y no en el objeto de aprendizaje. Alejandra Martínez presenta en su tesis doctoral (Martínez, 2003) la evaluación de las interacciones llevadas a cabo en sistemas CSCL de acuerdo a la dimensión que se quiere evaluar, teniendo: dimensión individual, dimensión interactiva cognitiva, y dimensión interactiva social. Así mismo, propone tres enfoques para el análisis en CSCL: cuantitativo, como mecanismo para identificar tendencias generales; cualitativo, para interpretar su significado; y como redes sociales, mediante la utilización de representaciones formales para su posterior análisis informatizado. Dentro de esta memoria de tesis doctoral, se utiliza el enfoque cuantitativo en la evaluación de la eficacia del aprendizaje y de la motivación mediante la experimentación vía pre-test y post-test.

## 2.8 Sistemas CSCL

Existen una gran variedad de herramientas informáticas desarrolladas para el apoyo al aprendizaje colaborativo. Se denominan herramientas colaborativas porque facilitan la realización de tareas grupales y permiten la comunicación a los partícipes vía discusiones síncronas (Vega-Gorgojo et al., 2008).

---

<sup>4</sup> Real Academia de la Lengua <http://www.rae.es/>

## 2.8. SISTEMAS CSCL

En las siguientes subsecciones presentamos los diversos acercamientos para la clasificación de herramientas CSCL. Además, debido al gran número de herramientas CSCL existentes, prestamos atención a herramientas específicas para el aprendizaje de la programación en CS1 y a herramientas genéricas que se han aplicado a este dominio.

### 2.8.1 Cómo clasificar herramientas CSCL

Se han producido numerosos intentos, a lo largo de las décadas pasadas, para la creación de taxonomías que permitan clasificar herramientas CSCL atendiendo al rol que desempeña la herramienta informática en el ambiente de aprendizaje (Taylor, 1980; Wu, 1993). Tenemos taxonomías orientadas al rol desempeñado por la herramienta en la instrucción, así como taxonomías cuya unidad de clasificación es el lugar de utilización de las herramientas. Dentro del primer grupo, y como taxonomía más ampliamente extendida, se encuentra la taxonomía de Taylor que, con su clasificación de tres tipos de aplicaciones (tutores, *tutee* y herramientas (Taylor, 1980)), proporciona un acercamiento ampliamente utilizado por otros autores (Crook, 1996; Dreyfus & Dreyfus, 2000). Sin embargo, Anderson identifica debilidades en esta taxonomía, como una excesiva focalidad en la funcionalidad de las aplicaciones, puede hacer perder otros aspectos relevantes (Koschmann, 1996). Además, al disponer únicamente tres categorías se pierden capacidad de resolución en la clasificación de las herramientas.

El segundo grupo de taxonomías utilizan como criterio el contexto de utilización de las herramientas. Destacamos la propuesta de Koschmann, mediante el etiquetado de herramientas conforme a: intra-, inter- o extra-clase (Koschmann, 1994). Existen otras propuestas de taxonomía más compleja como la propuesta por Wu (Wu, 1993); no obstante, no está claro qué vía de aproximación es más adecuada para la clasificación de herramientas.

Existen una gran variedad de sistemas diseñados para potenciar el aprendizaje de la programación (Kelleher & Pausch, 2005). Nos enfrentamos, por tanto, a la necesidad de mostrar el estado del arte de las herramientas CSCL conforme a los siguientes criterios: posibilidad o propósito de su utilización en el dominio del aprendizaje de la programación en CS1 y paradigma de interacción, relativo al tipo de movilidad permitida por los dispositivo *hardware*.

### 2.8.2 Herramientas computacionales para el aprendizaje en el aula.

El desarrollo de las TIC y su utilización en el aula ha permitido dar soporte computacional a métodos de aprendizaje activo gracias a diversos tipos de dispositivos *hardware* como: ordenadores de sobremesa, ordenadores portátiles o dispositivos móviles como tabletas o teléfonos inteligentes. Los nuevos y variados dispositivos móviles han potenciado un aumento en la utilización de métodos activos de aprendizaje con un soporte computacional, dando lugar al paradigma *Mobile Computer Supported Collaborative Learning* o MCSCL. Comparando MCSCL con CSCL se destaca, como hecho diferenciador, la capacidad de movilidad del entorno computacional de trabajo, facilitándose la interacción cara-a-cara de los alumnos.

Existe una gran cantidad de herramientas para los paradigmas anteriores, y debido a su número, limitamos el estado del arte a aquellas que, o son específicas del dominio del aprendizaje de un lenguaje de programación, o siendo de propósito general, han sido



utilizadas en la experimentación para este dominio. No obstante, dicha selección no pretende ser un estado del arte minucioso, sino ilustrar la evolución de los sistemas informáticos en la utilización de dispositivos hardware, *feedback* proporcionado al aprendiz, etc.

Comencemos con aquellas herramientas que, bajo el paradigma *Computer Assisted Learning* o CAL, facilitan el aprendizaje del alumno de forma individual. Las principales diferencias entre CAL y CSCL estriban en las capacidades que este último proporciona para la comunicación y sincronización de contenidos entre los alumnos. Estas capacidades incrementan la interacción entre los alumnos, permitiendo un cambio en el paradigma de cognitivo a socio-cognitivo. Dentro de las múltiples herramientas CAL existentes, seleccionamos a modo ilustrativo aquellas que permiten asistir a los alumnos en el aprendizaje de conceptos de programación. Dentro del paradigma CAL, ordenadas cronológicamente, tenemos:

**Turingal** (Brusilovsky, 1991) mediante un entorno de animación inspirado en la máquina de Turing, permite a los estudiantes escribir y leer de la máquina, usando un lenguaje basado en PASCAL. El programa se almacena secuencialmente en una simulación de cinta magnética y, a través de movimientos hacia adelante y hacia atrás sobre la cinta, se simula la interacción y las estructuras de la programación. Aunque utiliza un lenguaje propio, se basa en el paradigma de programación estructurada.

**ALICE** (Pausch et al., 1995) basada en animación y micro-mundos permite al estudiante, a través de un entorno interactivo de animación 3-D, controlar la apariencia y el comportamiento de animales y vehículos mediante movimientos, rotaciones, u otras acciones como: creación, redimensión o visibilidad. Tiene, por tanto, una tendencia a la programación orientada a objetos. Durante la ejecución, los objetos responden a las interacciones de los usuarios (ratón y teclado). El estudiante obtiene un *feedback* inmediato al ver la ejecución de los objetos animados. Además, ALICE proporciona estructuras de decisión e iteración para implementar las interacciones de los objetos.

**SICAS** (Gomes & Mendes, 2001) utiliza como metáfora los diagramas de flujo. Está diseñada para el aprendizaje de conceptos básicos de la programación, como selección y repetición. Los diagramas pueden contener atributos, entradas/salidas, tipos de datos numéricos y de texto, así como funciones. Se interactúa con el diagrama mediante el puntero del dispositivo y acciones del tipo arrastrar y soltar. Todo algoritmo puede ser traducido automáticamente a pseudo-código, código C o Java. Su ámbito de aplicación es la programación estructurada.

**BlueJ** (Kölling, Quig, Patterson, & Rosenberg, 2003) es un IDE para programación orientada a objetos basado en UML. Desde los diagramas UML el estudiante puede ejecutar un programa, interactuar con la clase a través de sus métodos y visualizar variables. Además, permite la creación de puntos de parada y facilidades para la depuración del programa.

**Problets** (Kumar, 2005) es un sistema tutor de generación y corrección de problemas tipo en el aprendizaje de la programación. Kumar ha desarrollado

## 2.8. SISTEMAS CSCL

"*problets*" para diversos problemas tipo, entre ellos un *probleta* que tiene como fin facilitar el aprendizaje del concepto "ámbito de identificadores" a través del lenguaje de programación C++. *Problets* guía al alumno en la toma de decisiones y evalúa su efectividad. Mediante puntuación y un cierto grado de visualización, proporciona a los alumnos una retroalimentación para que mejoren sus resultados.

**PESEN** (Mendes, Jordanova, & Marcelino, 2005), a través de un micro-mundo, el estudiante tiene que programar el movimiento de figuras geométricas simples para resolver ejercicios mediante comandos. La solución requiere de decisiones y estructuras de repetición, practicándose conceptos de secuenciación, condicionales y bucles.

**ProGuide** (Areias & Mendes, 2007) trabaja conjuntamente con SICAS, proporcionando una herramienta de diálogo que ayuda a los estudiantes noveles a resolver problemas. Utiliza el texto como unidad de comunicación. Cuando el estudiante crea un algoritmo, ProGuide monitoriza sus acciones e interactúa con él, guiándole cuando sea necesario.

**SRec** (Velázquez-Iturbide, Pérez-Carrasco, & Urquiza-Fuentes, 2008) es un sistema de visualización de la recursividad, que genera las visualizaciones de forma automática como efecto colateral de la ejecución de un algoritmo. Ofrece varias representaciones gráficas, destacando los árboles de recursión. Además, ofrece numerosas funciones de interacción con las visualizaciones: animación, filtrado de datos, reordenamiento de elementos gráficos, zoom, etc.

**SAMTool** (Fernández Alemán & Oufaska, 2010) es un generador de código a partir de especificaciones. Permite la deducción e implementación de bucles mediante patrones. Los alumnos obtienen la solución al problema planteado mediante un esquema de algoritmo traducible por la herramienta a un lenguaje determinado. Los lenguajes se pueden añadir y se vinculan al esquema a través de formularios proporcionados por la herramienta, obteniéndose la solución al problema en código fuente.

**GreedEx** (Velázquez-Iturbide, Debdi, Esteban-Sanchez, & Pizarro, 2013) es un sistema de visualización interactivo, diseñado para el aprendizaje activo de los fundamentos de los algoritmos voraces. Dado un problema de optimización, GreedEx ofrece varias funciones de selección al alumno, el cual debe experimentar para determinar qué funciones son óptimas y cuáles son sub-óptimas. GreedEx es un sistema restringido actualmente a seis problemas, pero es fácilmente extensible.

Denominamos herramienta CSCL de propósito general a todas aquellas que pueden ser utilizadas en cualquier dominio de aprendizaje. Hay experiencias en la utilización de sistemas CSCL de propósito general que, diseñados para otros dominios, han sido utilizados en el aprendizaje de la programación (Redondo, Bravo, Ortega, & Verdejo, 2002). Sin embargo, su utilización requiere de un esfuerzo extra para articular la instrucción. Dentro de este grupo de herramientas existe gran variedad, por lo tanto, presentamos una selección de herramientas para el dominio del aprendizaje de programación en CS1. Cronológicamente tenemos:

**PlanEdit** (Redondo et al., 2002), desarrollado originalmente para apoyar la resolución de problemas domésticos, se ha utilizado en el aprendizaje colaborativo de la programación, gracias a su herramienta de discusión argumentativa. PlanEdit permite a los partícipes interactuar, mediante la visualización o modificación de una solución propuesta, o expresar acuerdo o desacuerdo, mediante mecanismos de votación. Además, permite crear una solución alternativa a la propuesta dada.

**CIMEL** (Frees & Kessler, 2004) es una herramienta que comparte el escritorio entre pares de estudiantes. Ambos usuarios pueden dibujar anotaciones y cajas de texto en el escritorio compartido, fomentándose la interacción. CIMEL proporciona mecanismos adicionales como chat, FAQ en multimedia, base de datos con las conversaciones previas, y un registro en vídeo con las interacciones producidas con anterioridad.

**Group Scribble** (SRI, 2012) es una herramienta de colaboración de propósito general basado en IBM TSpaces. Se ha utilizado en múltiples investigaciones en diversos dominios de aprendizaje (Roschelle et al., 2007). Proporciona un entorno de colaboración para documentar, compartir ideas, textos y conceptos en forma gráfica. La interfaz consta de una pizarra pública para la visualización de los elementos compartidos y una pizarra privada. Los estudiantes pueden añadir notas (es decir, "garabatos" o "*scribbles*") en ambas pizarras. Estos "garabatos" son intercambiables entre los entornos privado y público, mediante la funcionalidad de arrastrar y soltar (*drag & drop*).

Centrando el dominio de aprendizaje al aprendizaje de la programación, se dispone de un amplio número de publicaciones sobre herramientas CSCL. Esta sección no pretende realizar un análisis exhaustivo del estado del arte, sino presentar las herramientas más difundidas y que se ajustan mejor a las herramientas desarrolladas para esta memoria de tesis doctoral. Dentro del abanico de herramientas CSCL, podemos resaltar cronológicamente las siguientes:

**JeCo** (Moreno, Myller, & Sutinen, 2004) integra dos herramientas previas Jeliot 3 (Ben-Ari, Myller, Sutinen, & Tarhio, 2002), herramienta de animación visual para el código Java, y Woven Stories, herramienta de narración de cuentos en colaboración (Nuutinen, Sutinen, Botha, & Kommers, 2010). JeCo reconoce cuando una sección de un texto colaborativo (creado con Woven Stories) contiene un código de programa y permite su animación con Jeliot mediante un *clic* del botón derecho del ratón sobre él. Varios estudiantes pueden ver la misma visualización y discutir acerca del código mediante comentarios sobre el código o incluso mediante la aportación de otros códigos.

**COLLEGE** (Bravo, Redondo, & Ortega, 2004) es un entorno de programación colaborativa en tiempo real que permite a programadores geográficamente dispersos trabajar en colaboración. Proporciona funcionalidades de adicción, complicación y ejecución gracias a tres áreas de trabajo claramente identificadas. La edición se lleva a cabo de forma individual por un estudiante previamente autorizado por el resto de los participantes. Se decide democráticamente cuándo compilar y ejercitar (mediante el apoyo de un coordinador del grupo).

## 2.8. SISTEMAS CSCL

**SICODE** (Pérez, Paule, & Cueva, 2006) es un sistema colaborativo vía web que se centra en la detección, monitorización y clasificación de los errores que ocurren en la compilación. El sistema da soporte a la edición del código colaborativo, proporcionando además un sistema de control de versiones. Como mecanismo de comunicación implementa una herramienta de argumentación y discusión a través de texto.

**SICAS-COL** (Marcelino, Mihaylov, & Mendes, 2008) es la integración de SICAS y PlanEdit. Organiza el área de trabajo en tres ámbitos según su privacidad: un espacio de trabajo individual, un espacio para la discusión en grupo, y un espacio para compartir los resultados. Cuando un estudiante interactúa en su espacio de trabajo individual, puede crear, modificar o visualizar soluciones. En el espacio de discusión, los estudiantes pueden discutir una solución y proponer alternativas. El espacio para compartir resultados se usa para almacenar las soluciones propuestas y otros documentos relacionados con el problema en cuestión.

**COLE-Programming** (Jurado et al., 2012) es un *plug-in* de Eclipse derivado de COALA (Jurado et al., 2009) que integra ambas herramientas. Como sistema distribuido para el aprendizaje de algoritmos, permite a los alumnos escribir un código fuente y al instructor anotar sobre él. La comunicación entre los participantes se realiza a través de un foro y un chat, donde se discute y argumenta, de forma colaborativa, sobre la solución.

**GreedExCol** (Debdi, Paredes, & Velázquez-Iturbide, 2015) es una herramienta colaborativa para el aprendizaje de los algoritmos voraces basada en GreedEx. A través de un espacio de contribuciones permite el debate. Cada alumno trabaja de forma individual en las primeras etapas de experimentación y posteriormente interviene en un debate con el resto de los miembros del grupo para decidir qué funciones de selección son óptimas a partir de los datos obtenidos por todos ellos. Para realizar este debate, los miembros de un grupo comparten los datos obtenidos experimentalmente, mostrados las visualizaciones y tablas resultantes.

Finalmente, bajo el paradigma MCSCL se reduce el número de herramientas, y en especial aquellas para el dominio de la programación. La utilización de dispositivos móviles contribuye, en múltiples vertientes, a la mejora de la movilidad de los estudiantes o reducción de los costes del *hardware*. Respecto a la mejora de la movilidad, la utilización de los PCs de sobremesa suponen una gran restricción a la movilidad, pudiéndose restringir la comunicación y producir un efecto adverso en el aprendizaje (Casas, Ochoa, & Puente, 2009) y por tanto en su contribución en la eficacia del aprendizaje. En relación a la reducción de los costes, la utilización de dispositivos móviles o *handheld* tipo *Pocket PCs* o *smartphone*, mejora el coste frente a PCs de sobremesa o portátiles (Hurtado & Guerrero, 2011). A modo ilustrativo presentamos 3 herramientas informáticas para dos dominios diferentes (escritura colaborativa y química):

**CLUE** (Ogata & Yano, 2003) utilizada principalmente para el aprendizaje de una lengua extranjera. Incluye una novedosa técnica de intercambio del conocimiento entre alumnos basada en *Knowledge Awareness* (Ogata, Matsuura,

& Yano, 1996; Ogata & Yano, 2000). Los estudiantes aprenden la expresión más apropiada dependiendo del contexto y del interlocutor. El sistema utiliza mapas conceptuales representados mediante grafos; los nodos representan conocimientos, personas y lugares, mientras que las aristas que los unen son las relaciones.

**AULA** (Paredes, Molina, Redondo, & Ortega, 2008) desarrollado para dar soporte a la escritura colaborativa con dispositivos móviles tipo Smartphones. El sistema AULA está diseñado para mejorar la capacidad de comunicación en un ambiente de aprendizaje, con el fin de lograr las destrezas necesarias para la creación colaborativa de textos. Proporciona dos áreas de trabajo, un espacio de edición personal y otro espacio de visualización de la colaboración. Las contribuciones de los estudiantes se organizan en temas e ideas que constan a su vez en secciones y subsecciones de colaboración.

**ColaboQuim** (Hurtado & Guerrero, 2011) desarrollada para dar soporte al aprendizaje en la construcción de moléculas. La herramienta consta de tres módulos, módulo de diseño para la creación por el profesor de ejercicios reutilizables; módulo gestor de sesiones donde el profesor conforma los grupos de estudiantes y asigna ejercicios a los grupos; y módulo de monitorización. A través del módulo de monitorización, el profesor puede ver en tiempo real a cada estudiante de cada grupo. La comunicación entre alumnos se implementa mediante mensajes de texto. La interfaz de alumnos dispone de un espacio público y otro privado.

Adicionalmente, bajo el paradigma MCSCCL utilizadas en el dominio del aprendizaje de la programación podemos destacar:

**Classroom Presenter** (Anderson et al., 2004) sistema de presentaciones colaborativas para clase a través de Table-PC. Permite a los estudiantes contestar a mano alzada a las preguntas realizadas por el profesor vía transparencias digitales. Las respuestas son cargadas anónimamente y mostradas en público para su discusión en la clase. Gracias a la utilización de dispositivos móviles, se permite la movilidad de los alumnos dentro del aula; por tanto, fomenta la interacción cara-a-cara. Sin embargo, carece de mecanismos básicos de comunicación como chat o soporte para la discusión.

**H-SICAS** (Marcelino et al., 2008) es la versión de SICAS para dispositivos móviles (H, de *handheld devices*). Conserva las funcionalidades de la versión inicial; sin embargo, por las limitaciones de la pantalla, el enunciado del problema no se muestra simultáneamente a la resolución del problema, estando accesible a través de un botón. H-SICAS presta especial atención a la adaptación del sistema a pantallas pequeñas, implementa menús y pestañas que permiten la visualización parcelada de todo el problema.

A modo de resumen, en la Tabla 8 se muestra una clasificación de las herramientas presentadas, atendiendo a los siguientes criterios:

- Dispositivo de interacción. En relación al tipo de dispositivo *hardware* utilizado por el estudiante Se contemplan tres grandes grupos: Ordenador sobremesa PC

## 2.8. SISTEMAS CSCL

(PC) , Tablet-PC o Dispositivo Móvil.

- Tipo retroalimentación. Los sistemas ofrecen típicamente uno de estos mecanismos de información de cara al usuario: Animación, Micro-mundos, Visualización, Formularios, Textual, Votación, Escritorio compartido y Escritura a mano alzada.
- Dominio o paradigma de programación. Herramienta de propósito general, para el aprendizaje de la escritura/idiomas, o específica para el dominio del aprendizaje de la programación; Programación estructurada (PE) o Programación orientada a objetos (POO).
- Lenguaje Programación. Utilización de un lenguaje de programación estándar como C, Java, C++, etc., o particular de la herramienta (Lenguaje independiente).
- Generación de código. Capacidad para generar código en un lenguaje de programación estándar.

A continuación, se muestran las reflexiones sobre las herramientas presentadas.

Existe una gran cantidad de herramientas, que bajo el paradigma CSCL, abarcan un amplio conjunto de dominios del aprendizaje. Dentro de este conjunto, algunas de ellas permiten el aprendizaje de la programación en CS1. Sin embargo, por estar desarrolladas para otros dominios requieren de un esfuerzo extra de adaptación, tanto para los docentes como para los alumnos.

Aquellas herramientas CSCL específicas para el dominio del aprendizaje de la programación, abarcan todo el espectro de la programación, por tanto no se centran en las conceptos importantes y complejos como el ámbito y vigencia de identificadores, bucles, etc. Por otro lado, están creadas mayoritariamente para ordenadores de sobremesa (PCs), por lo que dificultan la movilidad en la interacción de los alumnos, dificultándose la comunicación e interacción cara-a-cara entre ellos.

Bajo el paradigma MCSCL, las herramientas existentes son, o para otros dominios del aprendizaje, o para el aprendizaje de la programación en su totalidad. Además, ninguna de las herramientas presentadas está implementada conforme a un marco teórico de clasificación de aprendizaje (taxonomías de aprendizaje descritas en este capítulo).

Por tanto, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, se identifica la necesidad de la creación de una herramienta basada en el paradigma MCSCL para el aprendizaje del concepto ámbito y vigencia de identificadores. Esta herramienta será útil para la comunidad educativa y especialmente en CS1.

Tabla 8. Resumen de herramientas informáticas CSCL y MCSCL

Paradigma de colaboración	Herramienta	Dispositivo de interacción	Tipo retroalimentación	Dominio / paradigma de programación	Lenguaje Programación	Generación de código
CSCL GENÉRICA	PlanEdit	PC	Visualización; Textual; Votación	PE / POO	Lenguaje independiente	-
	CIMEL	PC	Escritorio compartido	Propósito general	Lenguaje independiente	-
	Group Scribble	PC	Visualización; Textual	Propósito general	Lenguaje independiente	-
CSCL PROGRAMACION	JeCo	PC	Visualización; Textual	PE	-	Java
	COLLEGE	PC	Textual	PE / POO	Java y otros.	-
	SICODE	PC	Textual	POO	OOP	Java
	SICAS-COL	PC	Visualización	PE	Lenguaje independiente	C, Java
	COLE-Programming	PC	Textual	POO	Java y otros.	-
	GreedExCol	PC	Visualización; Textual	POO	-	-
CSCL MOVILES OTROS DOMINIOS	CLUE	Dispositivo móvil	Textual	Aprendizaje idiomas	-	-
	AULA	Dispositivo móvil	Textual; Votación; Escritorio compartido	Aprendizaje de la escritura	-	-
	ColaboQuim	Dispositivo móvil	Textual	Aprendizaje de química	-	-
CSCL MOVILES POGRAMACIÓN	Classroom Presenter	Tablet-PC	Textual; Escritura a mano alzada	Propósito general	-	-
	H-SICAS	Dispositivo móvil	Visualización	PE	Lenguaje independiente	C, Java

### 2.9 Resumen

La evolución de los paradigmas y teorías educativas identifican el contexto social y sociocultural como determinantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este escenario ha propiciado la aparición de múltiples taxonomías del aprendizaje, que buscan estructurar el proceso cognitivo del aprendizaje. Entre ellas, destacamos la taxonomía de Bloom, por su identificación y estructuración jerárquica del proceso de aprendizaje a través de objetivos educativos. No obstante, el desarrollo práctico de dichos objetivos no es inmediato para los docentes, ya que son objetivos generalistas e insuficientemente ilustrados. Además, dichos objetivos no contemplan la dimensión social del aprendizaje, por no tener un enfoque de aprendizaje activo.

Los actuales métodos de aprendizaje activo propiciados institucionalmente a través de EEES, buscan un rol activo de los alumnos en su aprendizaje. Estos métodos proporcionan mejoras en la eficacia del proceso de aprendizaje, así como en la motivación de los alumnos. Dentro de los modelos activos, los modelos cooperativos y colaborativos desarrollan la instrucción del aprendizaje incorporando la dimensión social. Sin embargo, no están referenciados a una taxonomía de aprendizaje.

La fusión de la taxonomía de Bloom, como taxonomía ampliamente difundida, con métodos activos de aprendizaje, dota de una dimensión social al aprendizaje de sus objetivos educativos. Por tanto, se propone la creación de un marco instruccional que desarrolle parcialmente la taxonomía de Bloom con un acercamiento colaborativo.

Adicionalmente, se han presentado y analizado modelos instruccionales soportados por computador identificando el modelo CSCL como óptimo para incorporar la dimensión tecnológica al marco instruccional propuesto en esta memoria de tesis doctoral.

Con el objetivo de enmarcar nuestra propuesta tecnológica y pedagógica, se ha realizado un breve análisis del estado del arte en herramientas CSCL orientadas y/o utilizadas al dominio del aprendizaje de la programación. Se ha seleccionado este dominio para la aplicación y experimentación del marco instruccional propuesto.



## Capítulo 3. Collaborative Instructional Framework (CIF)

*Este capítulo presenta el marco instruccional colaborativo CIF (Collaborative Instructional Framework) que desarrolla, bajo un acercamiento colaborativo, el nivel de análisis de la taxonomía de Bloom. Se presentan y discuten diferentes acercamientos para la creación de clases colaborativas, y cómo CIF solventa las deficiencias encontradas en la instrucción dentro del aula. Se continúa con una primera aproximación al marco instruccional, donde se justifican las decisiones tomadas para su desarrollo. A continuación, se desarrolla detalladamente el marco instruccional CIF para cada uno de los 16 objetivos del nivel de análisis, tanto su implementación independiente del dominio de aprendizaje, como para el dominio del aprendizaje de la programación en CS1. Para finalizar, a modo de resumen, se condensan y resaltan las aportaciones del presente capítulo.*



### 3.1 Introducción

En toda actividad de enseñanza-aprendizaje, el instructor se enfrenta a la problemática de cómo organizar la actividad, cómo realizarla y cómo evaluar el nivel de aprendizaje adquirido por los alumnos. Estos conceptos toman especial relevancia cuando se plantea una actividad colaborativa. En ambientes colaborativos se identifica la siguiente problemática:

1. Organizar la actividad. Complejidad en organizar los grupos de trabajo y asignación de tareas.
2. Verificar la consecución de los objetivos. Confirmar si estas tareas cubren los objetivos propuestos, entraña gran dificultad.
3. Crear tareas colaborativas. Debido al cambio de paradigma instruccional, los docentes encuentran compleja la adaptación de los contenidos hacia contenidos a desarrollar de forma colaborativa.
4. Evaluar la actividad colaborativa. Complejidad para evaluar el trabajo que han realizado los alumnos (de manera individual, grupal, aportaciones, etc).

Desde una perspectiva instruccional, existen diferentes propuestas que resuelven parte de la problemática anteriormente citada. En primer lugar, como solución a la problemática tipo 1, organización de la actividad, se dispone del conjunto de métodos de aprendizaje activo, como por ejemplo la propuesta de organización de grupos realizada por *The Jigsaw method* (Aronson & Patnoe, 2011). La segunda problemática, tipo 2, verificar la consecución de los objetivos, Barrows (Barrows, 1988) propone la creación de una matriz curricular en la que se colocan, por un lado los componentes del problema (tareas), y por el otro los temas y subtemas del curso (objetivos). La problemática tipo 3, crear tareas colaborativas, está supeditada a las experiencia del docente en la utilización de métodos activos colaborativos de aprendizaje. Finalmente, la problemática tipo 4, evaluar la actividad colaborativa, es abordada por el propio autor de la taxonomía de Bloom (Bloom et al., 1956), mediante la evaluación de las competencias adquiridas por los alumnos para cada uno de los niveles de la taxonomía. No obstante, no se afronta la evaluación bajo una perspectiva grupal, sino únicamente individual.

Existen aproximaciones metodológicas integradoras, como las propuestas por M. Valero-García y J. J. Navarro (Valero-García & Navarro, 2001) que, basadas en la taxonomía de Bloom, desarrollan un primer acercamiento sobre cómo clasificar los niveles de competencia del plan de estudios de ingenierías. Proponen un desarrollo del currículo de Ingeniería Informática ilustrado con ejemplos conforme a la taxonomía de Bloom. No obstante, aunque es una ilustración muy valiosa para el dominio del aprendizaje de la programación, no proporciona una guía clara que permita la aplicación de la taxonomía. Sin embargo, sí identifica una de la mayores problemáticas que encuentra un docente a la hora de aplicar los niveles superiores de la taxonomía de Bloom, como: "en cuanto a los métodos docentes adecuados para desarrollar la competencia de análisis, puede aplicarse todo lo dicho para el caso de aplicación, con el

### 3.1. INTRODUCCIÓN

añadido de que ahora se requiere más tiempo, debido a la mayor complejidad de la competencia. Esto abunda en la idea de que, el desarrollo de competencias en el nivel de aplicación y superiores es difícil en las condiciones en las que se desarrollan nuestros planes de estudio. Quizás, sólo el proyecto final de carrera ofrece un escenario mínimamente adecuado"; es decir, se requiere de una cuidadosa creación de actividades colaborativas para el nivel de análisis y niveles superiores de la taxonomía de Bloom, debido a la mayor complejidad de las competencias involucradas.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, en este capítulo presentamos un marco instruccional colaborativo denominado CIF, que desarrolla, con un fuerte componente colaborativo, los objetivos educativos del nivel de análisis de la taxonomía de Bloom. Aunque la elección del nivel de análisis se justifica en el siguiente apartado del capítulo, sí cabe destacar que a priori este nivel era uno de los más prometedores para realizar actividades colaborativas, conforme a los objetivos educativos y verbos que desarrolla. Por lo tanto, CIF aporta una solución detallada para las problemáticas anteriores y para un amplio número de dominios de aprendizaje: guía la instrucción colaborativa de la actividad, facilitando su organización; permite la verificación de los objetivos educativos, ya que implementa uno a uno los objetivos educativos propuestos en el nivel de análisis de la taxonomía de Bloom; permite la creación de tareas colaborativas mediante la aplicación de un conjunto de fichas que permiten transformar, de forma intuitiva, actividades tradicionales (individuales) en colaborativas; y finalmente, propone un conjunto de evaluaciones sobre las actividades para medir el trabajo en el seno de la colaboración, así como el trabajo individual.

A continuación,<sup>3</sup> se contextualiza el desarrollo e implementación de CIF conforme a las propiedades enumeradas anteriormente.

### 3.2 Marco instruccional CIF

Toda enseñanza, o formación reglada, está basada en un currículo formativo compuesto por un conjunto de materias o asignaturas. Cada una cubre unos objetivos pedagógicos generales y específicos. La definición de los objetivos en una materia, orienta a los alumnos sobre la evaluación, ayuda a los docentes en la selección de métodos docentes adecuados, evaluación y coordinación, y a los responsables académicos les proporciona la capacidad de identificar lagunas formativas y solapamientos con otras materias (Valero-García & Navarro, 2001). Para desarrollar estos objetivos se utilizan metodologías pedagógicas, actividades de enseñanza-aprendizaje, recursos y evaluaciones.

Dentro de un currículo formativo, los objetivos pedagógicos son enunciados como frases con la siguiente estructura (Sánchez et al., 2008; Valero-García & Navarro, 2001): un verbo en infinitivo, seguido de un contenido, y de ser necesario, una circunstancia o contexto. Utilizando un ejemplo ilustrativo para el dominio del aprendizaje de la programación estructurada, tendríamos el objetivo: "Identificar los criterios para la elección adecuada entre estructuras de iteración *for* y *while* en un lenguaje de programación". Se identifica el verbo "identificar", y el contenido "los criterios para la elección adecuada entre estructuras de iteración *for* y *while*" para la circunstancia "dominio de un lenguaje de programación". Por tanto, todos los objetivos pedagógicos se basan en el desarrollo de un conjunto de destrezas identificadas por

verbos en infinitivo, sobre un contenido a desarrollar y enmarcados en un contexto (circunstancia).

Para la consecución de los objetivos pedagógicos, el docente ha de desarrollar actividades y evaluaciones que permitan alcanzar y medir su grado de adquisición. Es en este punto donde la taxonomía de Bloom (Bloom et al., 1956), mediante su clasificación de objetivos pedagógicos en seis niveles de complejidad creciente, permite al docente seleccionar un objetivo pedagógico de un nivel de complejidad en base a los objetivos ya cubiertos en niveles inferiores. Además de facilitar la selección de objetivos pedagógicos, la taxonomía de Bloom, como marco de referencia, permite la creación de evaluaciones fácilmente intercambiables entre docentes para un nivel dado. En la Tabla 4, presentada en el capítulo 2, se muestran los verbos en infinitivo a desarrollar en cada uno de los seis niveles propuestos por Bloom, donde se puede apreciar cómo el nivel cognitivo desarrollado por los verbos es mayor conforme se avanza de nivel.

### 3.2.1 Criterios para la implementación de CIF

Con el objetivo de crear el marco instruccional CIF, objetivo principal de esta memoria de tesis doctoral, se han seguido un conjunto de pasos entre los que caben destacar: elección del nivel más adecuado de la taxonomía de Bloom para su desarrollo colaborativo; desarrollo de los objetivos educativos del nivel seleccionado bajo un acercamiento colaborativo e independiente del dominio de aprendizaje; y finalmente, su utilización en el dominio del aprendizaje de la programación.

Para la elección y posterior desarrollo del nivel más adecuado de la taxonomía de Bloom, se han utilizado los siguientes criterios:

1. Criterio 1. Adecuación de los verbos del nivel de la taxonomía de Bloom para procesos de argumentación y discusión entre los alumnos, ya que son mecanismos de interacción cruciales en el proceso de aprendizaje colaborativo.
2. Criterio 2. Idoneidad del nivel de la taxonomía de Bloom para su aplicación en alumnos cuyo conocimiento previo en la materia permita el intercambio de opiniones, discusión y argumentación sobre los conceptos de estudio.
3. Criterio 3. No utilizar niveles que impliquen excesiva maestría de los alumnos, así como contenidos didácticos complejos para su trabajo de forma colaborativa.

De la evaluación de los seis niveles de la taxonomía de Bloom, conforme a los criterios previos, se tienen las siguientes reflexiones:

1. El nivel 1 o "Conocimiento". Junto con sus verbos está relacionado con actividades de adquisición de conocimientos individuales (memorizar, nombrar, citar, etcétera). El nivel se identifica con toda actividad previa de adquisición de conceptos necesaria para su posterior utilización, por tanto, se descarta como nivel a desarrollar.

### 3.2. MARCO INSTRUCCIONAL CIF

2. El nivel 2 o "Comprensión". Junto con sus verbos relacionados (describir, explicar, interpretar, etcétera), aunque inicialmente tiene una orientación hacia la colaboración, está más relacionado con conocimientos que se han de alcanzar de forma individual por los alumnos (comprender, explicar, etcétera), por tanto, se descarta como nivel candidato. El nivel 3 o "Aplicación". Se centra en el desarrollo de verbos como interpretar, demostrar e ilustrar entre otros. Estos verbos, junto a la posición intermedia que ocupa el nivel dentro de la taxonomía de Bloom, lo convierte en un nivel candidato a ser desarrollado con CIF.
3. El nivel 4 o "Análisis". Mediante sus verbos (analizar, comparar, contrastar, criticar, debatir, clasificar, etcétera) permite el desarrollo de actividades centradas en la argumentación y discusión, además, está ubicado en una posición intermedia dentro de la taxonomía de Bloom, siendo por tanto un nivel candidato a ser desarrollado mediante CIF.
4. El nivel 5 o "Síntesis". Desarrolla verbos (planificar, diseñar, recabar, integrar, etcétera) de un nivel cognitivo superior, lo cual dificulta su desarrollo mediante actividades colaborativas.
5. El nivel 6 o "Evaluación". Cuyos verbos (revisar, estimar, sopesar, etcétera) son los de mayor nivel cognitivo de todos los expuestos en la taxonomía de Bloom, aunque candidatos a ser desarrollados mediante colaboración, requieren una gran maestría por parte de los alumnos; por tanto, se descarta como nivel candidato.

Adicionalmente a estos criterios, J. Bará indica que, para la adquisición de las destrezas y habilidades por encima del tercer nivel de la taxonomía de Bloom, son preferibles acercamientos de enseñanza-aprendizaje en los que el alumno tenga un rol más activo en el proceso (Bará, 2003). En la Tabla 9 se muestra de forma resumida las reflexiones para cada nivel de la taxonomía conforme a los tres criterios identificados.

Teniendo en cuenta las reflexiones anteriores, y con el objetivo de implementar un acercamiento colaborativo a la consecución de los objetivos pedagógicos, se han identificado dos niveles candidatos, nivel 3 o "Aplicación" y nivel 4 o "Análisis". No obstante, y atendiendo a los verbos desarrollados en los dos niveles, se ha identificado como nivel óptimo el nivel 4 "Análisis" de la taxonomía de Bloom para su desarrollo mediante el marco instruccional colaborativo CIF.

Tabla 9. Criterios para selección del nivel de la taxonomía de Bloom para implementar CIF.

Nivel	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
1 - Conocimiento	✗	✗	✓
2 - Comprensión	✗	✗	✓
3 - Aplicación	✓	✓	✓
4 - Análisis	✓	✓	✓
5 - Síntesis	✗	✓	✗
6 - Evaluación	✗	✓	✗

### CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

Una vez centrados en el nivel de análisis, se puede definir análisis como un ejercicio de detección de la organización, estructura y resolución de un problema. Bajo una perspectiva más educacional, se considera como un acercamiento a una completa comprensión del problema y como antesala a la evaluación del mismo. De acuerdo a Bloom, el nivel de análisis desarrolla un conjunto de habilidades y destrezas mediante objetivos educativos agrupados en tres subniveles de complejidad creciente:

- (a) Análisis de Elementos. El alumno desglosa el material que se le proporciona en sus partes significativas, identificando y clasificando los elementos del problema.
- (b) Análisis de relaciones entre elementos. El alumno ha de identificar las relaciones entre los elementos y determinar conexiones e interrelaciones.
- (c) Análisis de principios organizacionales. El alumno identifica los principios organizacionales, los argumentos y la estructura que forman la tarea abordada en su totalidad.

Estos tres subniveles constan a su vez de un conjunto de objetivos educativos, cuyo desarrollo cubren completamente los objetivos del nivel de análisis de la taxonomía de Bloom.

Buscando la máxima fidelidad de CIF con el material proporcionado en el nivel de análisis por la taxonomía de Bloom, la traducción de los objetivos educativos al castellano se ha realizado con el apoyo de tres profesores de inglés, dos han traducido los objetivos de forma independiente y un tercero ha comparado las traducciones, fusionándolas y verificando la fidelidad con respecto a los originales redactados en inglés. Estos objetivos educativos y su distribución conforme los tres subniveles presentados anteriormente se desarrollan a continuación.

#### **(a) Análisis de Elementos.**

Una comunicación o discurso debe ser concebida como la composición de un número de elementos. Algunos de estos elementos conforman en sí mismo el contenido de la comunicación, y por tanto, son fácilmente clasificables. Sin embargo, hay otros elementos en la comunicación que no son tan fácilmente identificables. Muchos de estos elementos pueden ser determinantes en la naturaleza de la comunicación y hasta que el lector no los identifique, existen problemas para un entendimiento íntegro del contenido de la comunicación. Los objetivos educativos que componen la agrupación Análisis de Elementos son:

1. Habilidad para reconocer suposiciones no enunciadas.
2. Habilidad para distinguir hechos de hipótesis, así como afirmaciones basadas en hechos objetivos de afirmaciones normativas.
3. Habilidad para distinguir una conclusión de afirmaciones (o enunciados) que la soportan.

Estos tres objetivos educativos tienen su origen en las cinco propuestas de objetivos educativos que, a modo ilustrativo, se proponen en la taxonomía de Bloom. El primer objetivo respeta fielmente la propuesta, el segundo surge como fusión de dos objetivos,

### 3.2. MARCO INSTRUCCIONAL CIF

"Habilidad para distinguir hechos de hipótesis" y "Habilidad para distinguir afirmaciones basadas en hechos objetivos de afirmaciones normativas", ya que están estrechamente relacionados y fomentan los mismos verbos. El cuarto objetivo propuesto por Bloom, "Habilidad para identificar motivos y para discriminar (diferenciar) mecanismos de comportamiento individuales y de grupo", ha sido eliminado de la propuesta de marco instruccional colaborativo ya que puede dificultar las dinámicas colaborativas, por requerir de los alumnos tareas de análisis sobre los comportamientos de los demás miembros del grupo; siendo esta tarea más orientada a la labor docente. Y por último, el quinto objetivo se mantiene tal y como indica la propuesta de Bloom. Por tanto, de la propuesta inicial de Bloom de cinco objetivos educativos se han reducido a tres en CIF.

#### **(b) Análisis de relaciones entre elementos.**

Una vez se han identificado los diferentes elementos que intervienen en una comunicación, el aprendiz aún tiene la tarea de determinar algunas de las relaciones más representativas entre dichos elementos. En este sentido los objetivos educativos que a modo ilustrativo propone Bloom son:

4. Destreza para comprender las interrelaciones entre ideas en un pasaje (texto).
5. Habilidad para reconocer qué detalles son relevantes para la validación (establecimiento) de un juicio.
6. Habilidad para reconocer qué hechos o asunciones (hipótesis) son esenciales para una tesis principal o el argumento que apoya esa tesis.
7. Habilidad para comprobar la consistencia de hipótesis con información dada o con asunciones (supuestos).
8. Habilidad para distinguir las relaciones causa-efecto de otras relaciones secuenciales. Habilidad para distinguir las relaciones causa-efecto de otras relaciones secuenciales.
9. Habilidad para analizar las relaciones de las afirmaciones en un razonamiento y para distinguir las afirmaciones relevantes de las irrelevantes.
10. Habilidad para detectar falacias lógicas en argumentaciones.
11. Habilidad para reconocer relaciones causales y los detalles importantes y no importantes en una perspectiva histórica.

A diferencia de la fusión de objetivos educativos realizada en la agrupación previa, se ha optado por mantener fielmente sus ocho propuestas, ya que desarrollan capacidades independientes y significativas para el desarrollo del nivel de análisis.



#### (c) Análisis de principios organizacionales.

A un nivel de mayor complejidad está la tarea de analizar la estructura y organización de la comunicación. Raramente el emisor de la comunicación explica los principios en los que se ha basado, o incluso no es consciente de dichos principios. Por tanto, ya sea en su lectura o escritura, la organización de la comunicación ha de ser entendida para un completo entendimiento de la comunicación.

De forma similar a como el autor de la comunicación utiliza un patrón, formato o estructura para organizar sus argumentos, con el objetivo de un mayor entendimiento de la comunicación, es importante analizar e identificar este formato o patrón de comunicación.

Los objetivos educativos que a modo ilustrativo propone Bloom para este subnivel son:

12. Habilidad para analizar, en un estado del arte en particular, la relación de materiales y mecanismos de producción, para los "elementos" y para la organización.
13. La habilidad para reconocer formas y patrones en la estructura en obras literarias o artísticas como vía para entender su significado.
14. Habilidad para inferir los objetivos del autor, su punto de vista o rasgos de su pensamiento o sentimientos tal y como se muestran en su obra. Así como el concepto del autor sobre la ciencia, filosofía, historia o de su obra artística a partir de su trabajo.
15. Habilidad para identificar las técnicas usadas en materiales persuasivos como publicidad, propaganda, etc.
16. Habilidad para reconocer el punto de vista o tendencia en un escritor a través de su *background* o perspectiva histórica.

Igual que ocurría en la primera agrupación, se ha optado por fusionar dos objetivos educativos de la propuesta inicial, pasando de seis objetivos a cinco. Se han fusionado los objetivos "Habilidad para inferir los objetivos del autor, su punto de vista o los rasgos de su pensamiento o de sus sentimientos tal y como se muestran en su trabajo" y "Habilidad para inferir el concepto del autor de la ciencia, filosofía, historia o de su obra artística a partir de su trabajo" en el objetivo educativo número catorce "Habilidad para inferir los objetivos del autor, su punto de vista o rasgos de su pensamiento o sentimientos tal y como se muestran en su obra, así como el concepto del autor sobre la ciencia, filosofía, historia o de su obra artística a partir de su trabajo", ya que son relativos a la percepción del autor sobre elementos objetivos y sobre su propia obra.

Una vez se ha profundizado en el nivel de análisis de acuerdo con la taxonomía de Bloom, así como en los tres subniveles principales, se han clasificado los verbos de la taxonomía de Bloom (ver Tabla 4) respecto a los dieciséis objetivos educativos. Las tablas Tabla 10, Tabla 11 y Tabla 12 muestran la asignación de verbos por objetivo educativo.

### 3.2. MARCO INSTRUCCIONAL CIF

Tabla 10. Análisis de Elementos - Objetivos educativos

Objetivo Educativo		Verbos
1	Habilidad para reconocer suposiciones no enunciadas.	Distinguir Identificar
2	Habilidad para distinguir hechos de hipótesis, así como afirmaciones basadas en hechos objetivos de afirmaciones normativas.	Distinguir Diferenciar
3	Habilidad para distinguir una conclusión de afirmaciones (o enunciados) que la soportan.	Inferir Concluir

Tabla 11. Análisis de relaciones entre elementos - Objetivos educativos

Objetivo Educativo		Verbos
4	Destreza para comprender las interrelaciones entre ideas en un pasaje (texto).	Asociar Relacionar
5	Habilidad para reconocer qué detalles son relevantes para la validación (establecimiento) de un juicio.	Examinar Inventariar Valorar
6	Habilidad para reconocer qué hechos o asunciones (hipótesis) son esenciales para una tesis principal o el argumento que apoya esa tesis.	Bosquejar Comparar Explicar
7	Habilidad para comprobar la consistencia de hipótesis con información dada o con asunciones (supuestos).	Probar Contrastar
8	Habilidad para distinguir las relaciones causa-efecto de otras relaciones secuenciales. Habilidad para distinguir las relaciones causa-efecto de otras relaciones secuenciales.	Relacionar Conectar
9	Habilidad para analizar las relaciones de las afirmaciones en un razonamiento y para distinguir las afirmaciones relevantes de las irrelevantes.	Resolver Separar
10	Habilidad para detectar falacias lógicas en argumentaciones.	Inferir
11	Habilidad para reconocer relaciones causales y los detalles importantes y no importantes en una perspectiva histórica.	Debatir Arreglar Cuestionar

Tabla 12. Análisis de principios organizacionales - Objetivos educativos

Objetivo Educativo		Verbos
12	Habilidad para analizar, en un estado del arte en particular, la relación de materiales y mecanismos de producción, para los "elementos" y para la organización.	Crear diagramas Inspeccionar Ordenar
13	La habilidad para reconocer formas y patrones en la estructura en obras literarias o artísticas como vía para entender su significado.	Experimentar Analizar Adaptar Categorizar Ajustar
14	Habilidad para inferir los objetivos del autor, su punto de vista o rasgos de su pensamiento o sentimientos tal y como se muestran en su obra. Así como el concepto del autor sobre la ciencia, filosofía, historia o de su obra artística a partir de su trabajo.	Calcular
15	Habilidad para identificar las técnicas usadas en materiales persuasivos como publicidad, propaganda, etc.	Clasificar Identificar Seleccionar
16	Habilidad para reconocer el punto de vista o tendencia en un escritor a través de su <i>background</i> o perspectiva histórica.	Criticar Preguntar

### 3.3 Estructura de CIF

El desarrollo del marco instruccional CIF busca la creación de material que desarrolle cada uno de los dieciséis objetivos educativos del nivel de análisis bajo un acercamiento colaborativo. En su desarrollo, se ha tomado como partida la propuesta realizada por Bloom et al., donde se proponen mediante ejemplos ilustrativos, cómo desarrollar cada objetivo educativo para diversos dominios de aprendizaje, así como diferentes preguntas tipo para su evaluación. De su estudio se identifican los siguientes elementos necesarios para la consecución de un objetivo educativo: Objetivo, enunciado del objetivo educativo; la tarea, actividad de enseñanza-aprendizaje encaminada al desarrollo del objetivo educativo, actividad contextualizada para un dominio de aprendizaje en particular; el conjunto de actividades que desarrollan la tarea; y la evaluación del objetivo. Con el fin de facilitar la utilización de CIF, por cada objetivo educativo, se ha desarrollado una ficha guía que consta de cuatro partes conceptuales: objetivo, donde se especifica el objetivo educativo desarrollado; tarea, donde se indica la tarea que desarrolla el objetivo educativo, compuesta por el enunciado sobre el que se desea trabajar, ejercicio, etc; actividades, desarrollo de la tarea a través de actividades orientadas a la colaboración y por último, evaluación, con la presentación de los tipos de evaluación óptimos para la evaluación del objetivo educativo. En la Figura 1 se pueden observar cuatro áreas claramente identificadas; objetivos; tareas; secuenciación de actividades; y evaluación.

### 3.3. ESTRUCTURA DE CIF

<b>Objetivo</b>	
<b>Tarea</b>	Descripción
	Actividad 1 Actividad 2 ..... Actividad n-1 Actividad n
<b>Evaluación</b>	

Figura 1. Estructura de cada IDC de CIF

CIF consta de dieciséis fichas con la estructura de la Figura 1. Cada ficha desarrolla, por tanto, un objetivo educativo, y se denomina Ficha Independiente del Dominio (*Independent Domain Card*, IDC).

Se ha de resaltar que, con el objetivo de disponer de IDCs más manejables respecto a su tamaño para esta memoria de tesis doctoral, cada una de las IDCs descritas omiten la descripción del objetivo educativo que está implícito gracias al número de IDC (IDC1, para el objetivo educativo primero), y la evaluación que, es común a los objetivos educativos por subnivel, se enuncia después de mostrar cada una de las IDCs del subnivel. Con esta decisión se busca la máxima simplicidad en tamaño para la estructura de cada ficha guía.

A continuación se describen más detalladamente los contenidos de las cuatro secciones que conforman cada IDC.

- Sección Objetivos

La sección objetivos presenta el objetivo educativo a desarrollar, así como los verbos involucrados (ver Tabla 10, Tabla 11 y Tabla 12). Todos los objetivos educativos provienen de los objetivos que, a modo ilustrativo se publicaron en la taxonomía de Bloom. Cada objetivo, junto a sus verbos, guía el contenido de la tarea a realizar. Recordemos, que la enunciación del objetivo no se muestra en las IDCs por motivos de diseño.

- Sección Tarea

Para la consecución de cada uno de los objetivos se propone una tarea formada por un enunciado inicial en el que se explica y detalla la tarea a realizar. Se proporcionan los datos de partida se especifica el resultado que se espera obtener con la consecución de la actividad de enseñanza-aprendizaje.

### CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

- Sección Actividades

A su vez, cada tarea se compone de un conjunto de actividades con un fuerte componente colaborativo. Las actividades desarrollan secuencialmente las acciones necesarias para llevar a cabo la tarea anteriormente indicada.

En CIF, toda tarea se desarrolla por un conjunto finito de actividades orientadas a la colaboración. Cada actividad puede ser vista como la combinación de acciones más básicas denominadas Acciones Atómicas (AA). Estas Acciones Atómicas describen los pasos básicos en el modelado de las actividades y son comunes a todas las fichas que conforman CIF, por lo tanto, son los elementos instruccionales básicos, habiéndose obtenido del análisis y del estudio de las fichas que conforman CIF. La Tabla 13 presenta las nueve Acciones Atómicas (AA1..AA9) necesarias para modelar CIF.

Tabla 13. Acciones atómicas

<b>Código Acción Atómica</b>	<b>Descripción Acción Atómica</b>
AA1	Formar grupos de alumnos
AA2	Distribuir enunciados a los grupos
AA3	Realizar la acción que los verbos de cada objetivo indican
AA4	Intercambiar enunciados entre los grupos
AA5	Mostrar las soluciones de todos los grupos para un enunciado
AA6	Presentar respuestas a la clase
AA7	Debatir desacuerdos sobre conclusiones
AA8	Discutir la solución final
AA9	Mediación del profesor

Adicionalmente, la identificación de este conjunto finito de acciones atómicas facilita la construcción de herramientas informáticas de apoyo a CIF. Esta afirmación ha sido puesta en práctica en el desarrollo de las herramientas presentadas en el capítulo 4 de esta memoria.

- Sección Evaluación

La evaluación del aprendizaje, conseguido mediante la colaboración, ha de ser planteada dentro de la premisa de no premiar el aprendizaje individual sobre el aprendizaje llevado a cabo en el seno del grupo. Para conseguir esta premisa, D. Boud et al. de la universidad de tecnología de Sydney (Boud, Cohen, & Sampson, 1999) proponen un conjunto de medidas a la hora de diseñar evaluaciones:

- Enfoque en los resultados importantes. La evaluación necesita centrarse en los resultados centrales deseados del proceso formador. Se ha de prestar especial atención en lo relevante para alcanzar los conceptos y las prácticas más importantes del curso.
- Diseño holístico. Uno de los errores principales en los que se incurre cuando se diseñan evaluaciones es la creación de una batería de técnicas de evaluación, cada una de las cuales sirve para medir un tipo de resultado. Sin embargo, cuando se ponen todas a la vez, tienen un efecto diferente en su conjunto. Esto es

### 3.3. ESTRUCTURA DE CIF

particularmente peligroso cuando se evalúa el aprendizaje en grupo. Para evitar este efecto, las evaluaciones han de ser construidas centrándose en el resultado total y no como la composición de varias evaluaciones ya prediseñadas.

- Tener en cuenta las consecuencias. Las evaluaciones han de ser juzgadas en términos de las consecuencias que tienen en el aprendizaje de los alumnos. Se ha de cuestionar si la evaluación facilita la tarea del aprendizaje y descarta prácticas de aprendizaje no deseables.
- Contribuir al desarrollo del aprendizaje de por vida. Las actividades de evaluación durante un curso deben comprobar que el alumno ha asimilado una serie de destrezas que van a ser utilizadas durante el proceso continuo de aprendizaje. Estas destrezas, en un entorno de aprendizaje colaborativo, pueden ser por ejemplo; habilidad para trabajar en equipo, habilidad para planificar y organizar, etc.
- Uso de un lenguaje y asunciones adecuados. Se debe evitar la utilización del lenguaje abstracto, además se debe prestar especial atención para que las asunciones no estén hechas sobre la materia que se está evaluando o que puedan ser interpretadas de forma diferente por diferentes grupos de estudiantes.
- Promover la auto-reflexión en las prácticas de evaluación. El aprendizaje colaborativo tiene la ventaja sobre otras estrategias de aprendizaje, su gran potencial para promover la reflexión crítica. Se potencia esta reflexión crítica si las evaluaciones se hacen con la suficiente atención para promover un clima de retroalimentación entre el aprendizaje y la evaluación.

No todos estos criterios pueden ser aplicados en una misma evaluación o en todas las tareas de evaluación, pero contribuyen, con su seguimiento, a la realización de actividades de evaluación que no ponderen más los conocimientos individuales respecto a los conocimientos adquiridos de forma grupal en actividades colaborativas.

Aunque CIF se centra en el desarrollo de fichas independientes del dominio para los dieciséis objetivos educativos, sí propone un conjunto de tipos de evaluación para los objetivos educativos que, junto a las medidas propuestas por D. Baud, proporcionan una guía amplia para la realización de material de evaluación que cumplimente CIF en dominios particulares de aprendizaje, que se enuncian para cada uno de los tres subniveles de objetivos educativos.

### 3.4 Cómo utilizar CIF

Para la aplicación de CIF el profesor ha de seguir tres pasos básicos ilustrados en la Figura 2, y detallados a continuación:

- a. Selección de un objetivo educativo. De entre los 16 objetivos desarrollados por CIF, el docente selecciona aquel a desarrollar. En su elección, el docente puede apoyarse en Tabla 14, donde se asocian los objetivos educativos con los verbos a desarrollar, junto a la ficha IDC creada.
- b. Adaptación al dominio particular de aprendizaje. El docente adapta la correspondiente ficha independiente del dominio IDC al dominio particular de

su docencia, obteniéndose la Ficha Guía Dependiente de Dominio (*Domain Card*, DC). Esta transformación es inmediata ya que consiste en la sustitución de la tarea genérica por la tarea particular del dominio, así como una pequeña adaptación de las actividades que desarrollan la tarea (si fuese necesario). En la Tabla 14 se muestra la adaptación de las IDC para crear sus correspondientes DC para el dominio del aprendizaje de la programación.

- c. Instrucción guiada. La clase es organizada de acuerdo con la Ficha Guía Dependiente de Dominio DC, siendo guiada su instrucción por las actividades que contiene.

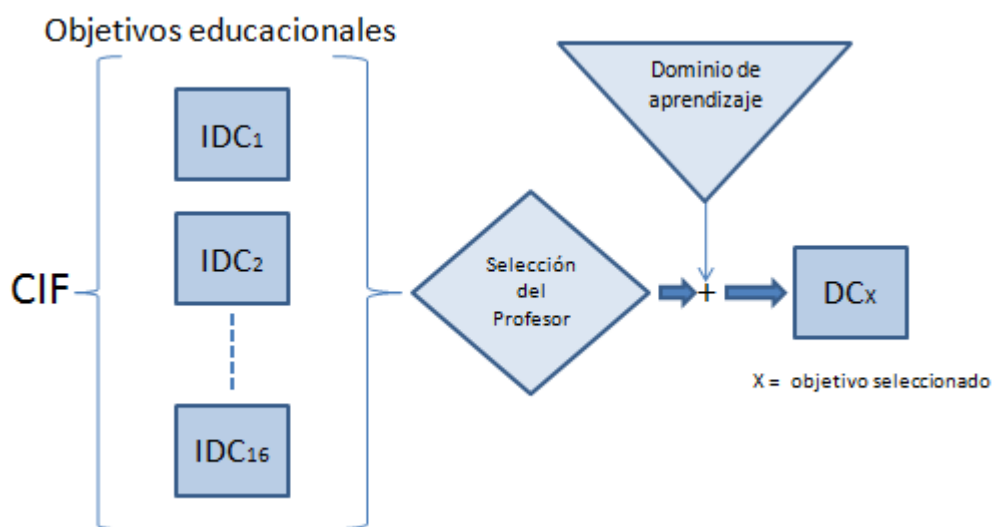


Figura 2. Utilización CIF en el aula

La utilización de CIF por parte del docente proporciona un conjunto de facilidades experimentadas (Paredes Velasco et al., 2012; Paredes Velasco et al., 2013; Serrano Cámara, 2010, 2011) y detalladas a continuación:

- Facilita material de inmediata aplicación para profesores noveles en la aplicación de aprendizaje colaborativo. Se minimiza, por tanto, el esfuerzo cognitivo a desarrollar por el docente en los primeros acercamientos al aprendizaje colaborativo.
- La utilización de cualquiera de las IDC propuestas, así como su adaptación a su correspondiente dominio, desarrolla una completa articulación de la clase colaborativa, guiando la instrucción en el aula a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje colaborativo.
- CIF proporciona un marco homogéneo para el desarrollo de múltiples actividades colaborativas a lo largo del tiempo. La similitud estructural de las IDCs permiten a los alumnos, que previamente hayan utilizado otra IDC, identificar su estructura, agilizándose su aplicación en el aula. Por otro lado, al docente le proporciona un amplio abanico de tareas para poder desarrollar totalmente los objetivos educativos del nivel de análisis de la taxonomía de Bloom.

### 3.4. CÓMO UTILIZAR CIF

- Además, cabe destacar que, preservando una de las motivaciones iniciales en la creación de la taxonomía de Bloom como marco de referencia para el intercambio de material de evaluación de objetivos educativos, CIF facilita el intercambio de fichas adaptadas a un dominio específico DC, así como experiencias entre docentes, ya que establece una arquitectura sencilla, en formato ficha que desgana paso a paso, mediante actividades, la tarea colaborativa a realizar con los alumnos.

De entre estas bondades y facilidades para el docente, cabe resaltar los resultados positivos obtenidos en la experimentación con CIF en el aula respecto a su impacto en un mayor grado de aprendizaje de los alumnos y un efecto positivo en su motivación respecto a otros acercamientos didácticos, incluido aprendizaje colaborativo sin CIF. Estos análisis se muestran detalladamente en el Capítulo 5. Evaluación de esta memoria.

### 3.5 Descripción detallada de CIF

Una vez descritos los elementos que conforman el marco instruccional, así como los pasos que el docente ha de realizar para su aplicación, a continuación se desarrollan las 16 IDC que componen CIF, una por cada objetivo educativo contenido en los subniveles “análisis de elementos” (Tabla 10), “análisis de relaciones entre elementos” (Tabla 11) y “análisis de principios organizacionales” (Tabla 12). La consecución de este conjunto de objetivos desarrolla las destrezas planteadas para todo el nivel de análisis.

#### 3.5.1 CIF independiente del dominio

A continuación se presentan las IDCs que conforman el marco instruccional colaborativo CIF. Cada IDC conserva la estructura plasmada en la Figura 1, prestándose especial atención a la sección tarea, donde se muestra la actividad independiente del dominio junto a la secuencia de actividades colaborativas que la desarrollan. Estas tareas son una combinación de acciones atómicas.

A modo de resumen integrador, en la Tabla 14 se muestran los objetivos educativos del nivel de análisis, los verbos a desarrollar, las IDCs, así como su adaptación para el dominio del aprendizaje de la programación o DCs. Tanto las IDCs como las DCs presentadas en la tabla se desarrollan detalladamente en las siguientes subsecciones del capítulo.



CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

Tabla 14. Relación de objetivos educativos, verbos e IDCs de CIF

Objetivo Educativo	Verbos a desarrollar	Resumen Ficha Independiente del Dominio (IDC)	Resumen ficha Dependiente del Dominio para el aprendizaje de la programación (DC)
1 - Habilidad para reconocer suposiciones no enunciadas.	Distinguir Identificar	Análisis de dos textos científicos o similares mediante la identificación y distinción de los hechos o elementos contenidos según un conjunto de criterios proporcionados por el docente.  La clasificación dependerá del tipo de dominio y objetivo a identificar.	<u>Ámbito de Identificadores.</u> Los alumnos colaborativamente han de distinguir los identificadores utilizados en un código compuesto de un programa principal y subprogramas, así como distinguir el ámbito y la vigencia para cada uno de los identificadores.
2 - Habilidad para distinguir hechos de hipótesis, así como afirmaciones basadas en hechos objetivos de afirmaciones normativas.	Distinguir Diferenciar	Analizar un texto bajo la dinámica <i>Jigsaw</i> o puzle en dos fases: Primero, a través de grupos de expertos se distinguen y diferencias entre hechos y afirmaciones basadas en hechos objetivos y entre hipótesis Segundo, se recombinan los grupos para estudiar los cuatro tipos de elementos analizados conjuntamente. Se analizan y discuten los elementos en los grupos y posteriormente entre toda la clase.	<u>Diferencias entre tipos subprogramas.</u> Análisis de diferencias entre la utilización de subprogramas tipo procedimientos y funciones, según funcionalidad y normas de estilo en programación.
3 - Habilidad para distinguir una conclusión de afirmaciones (o enunciados) que la soportan.	Inferir Concluir	Analizar enunciados provenientes de diferentes fuentes relativos a un mismo tema. Se analizan las afirmaciones y conclusiones derivadas de los textos, y con el apoyo de un grafo dirigido valorado se expresan premisas (nodos) y su grado de relevancia (aristas ponderadas) para una conclusión contenida transversalmente en los enunciados.	<u>Puzle de códigos</u> Construir un código que implemente un algoritmo a través de un conjunto de fragmentos de códigos proporcionados. Los fragmentes de código serán tanto de códigos válidos como no adecuados o innecesarios.
4 - Destreza para comprender las interrelaciones entre ideas en un pasaje (texto).	Asociar Relacionar	Dado un enunciado que desarrolle una idea principal con el apoyo de ideas secundarias, se pide analizar las interrelaciones de ideas así como su representación gráfica mediante un grafo dirigido.	<u>Análisis gráfico de un programa.</u> Dado un código fuente construido con subprogramas, se pide su análisis gráfico mediante un grafo dirigido, donde los nodos serán los subprogramas y las aristas las llamadas a subprogramas junto con los argumentos formales.
5 - Habilidad para reconocer qué detalles son relevantes para la validación (establecimiento) de un juicio.	Examinar Inventariar Valorar	Se propone la validación de un juicio aportado por el profesor en base a un conjunto de enunciados. Con el apoyo de un diagrama de <i>Venn</i> se inventarían los elementos según sean a favor o en contra del juicio, valorando su nivel de significancia en cuatro categorías numéricas, 1 nada hasta 4 mucho.	<u>Análisis de algoritmos de ordenación de arrays</u> Dados dos algoritmos de ordenación de <i>arrays</i> , y un juicio proporcionado por el profesor sobre su corrección, eficiencia o idoneidad, o ámbito de aplicación. Los alumnos han de examinar, inventariar y valorar los dos códigos así como la idoneidad del juicio proporcionado por el profesor.
6 - Habilidad para reconocer qué hechos o supuestos (hipótesis) son esenciales para una tesis principal o en el argumento que apoya esa tesis.	Bosquejar Comparar Explicar	Se propone un texto que desarrolle una tesis principal con el apoyo de hechos o asunciones relevantes e irrelevantes. De su análisis y con el apoyo de un mapa conceptual, los alumnos han de bosquejar, comparar y explicar que hechos a asunciones son relevantes y cuáles no.	<u>Divide y vencerás - Puzle con exceso de piezas</u> Se pide a los alumnos la construcción de un programa que solvete un determinado enunciado, tomando como partida el programa principal y una selección de subprogramas válidos de entre un amplio conjunto de subprogramas proporcionados.

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

Objetivo Educativo	Verbos a desarrollar	Resumen Ficha Independiente del Dominio (IDC)	Resumen ficha Dependiente del Dominio para el aprendizaje de la programación (DC)
7 - Habilidad para comprobar la consistencia de hipótesis con información dada o con asunciones (supuestos).	Probar Contrastar	Dado al menos dos enunciados que establezcan sendas hipótesis apoyadas en información o asunciones. Los alumnos han de contrastar y probar la validez de la información o supuestos en los que se basan las hipótesis. Para esta validación se utilizarán medios adicionales a los proporcionados en los enunciados. Cada asunción será valorada con un porcentaje relativo a su veracidad.	<u>Análisis de algoritmos de búsqueda en arrays.</u> Se pide analizar los diferentes algoritmos de búsqueda en <i>arrays</i> y listas doblemente enlazadas, con el objetivo de identificar sus características más significativas y su orden de complejidad.
8 - Habilidad para distinguir las relaciones causa-efecto de otras relaciones secuenciales.	Relacionar Conectar	Dados un conjunto de recortes de prensa sobre un aspecto de interés ciudadano, así como un conjunto de recortes adicionales relativos al mismo tema pero de datación previa.  Los alumnos han de identificar las relaciones causa efecto de las cronológicas. Para representar las relaciones causa-efecto se utilizará un diagrama denominado de espinas. Cada espina indica una causa efecto y el canal vertebrador indica la cronología.	<u>Análisis y comparación de estructuras de información.</u> Sobre diferentes estructuras de información como <i>arrays</i> , listas enlazadas y listas doblemente enlazadas, se realiza un análisis para establecer relaciones y conectar funcionalidades semejantes en su utilización.
9 - Habilidad para analizar las relaciones de las afirmaciones en un razonamiento y para distinguir las afirmaciones relevantes de las irrelevantes.	Resolver Separar Cuestionar	Dado un material en formato texto o audio visual, el alumnos ha de identifica las afirmaciones que contiene y establecer sus relaciones. Con el apoyo de un grafo dirigido valorado se expresan colaborativamente relaciones (aristas) entre afirmaciones (nodos). Cada arista estará valorada de 1 a 10 conforme a su relevancia.	<u>Primer acercamiento en la resolución de un ejercicio tipo examen.</u> Dado un enunciado tipo examen de la asignatura de Introducción a la programación, los alumnos han de analizar un enunciado de un problema tipo examen y rellenar un grafo dirigido valorado como un primer acercamiento. El grafo constará de los subprogramas necesarios (nodos) y las llamadas entre subprogramas junto al paso de argumentos, teniendo en cuenta su número, tipo de datos y demás características (aristas).
10 - Habilidad para detectar falacias lógicas en argumentaciones.	Inferir	Sobre un conjunto de textos cortos numerados, ilustrativos de diferentes tipos de falacias, los alumnos tendrán que completar una tabla con tantas filas como textos a analizar y tantas columnas como tipos de falacias identificadas.	<u>Errores típicos en programación.</u> Sobre un conjunto de códigos cortos enumerados, que ilustran diferentes tipos de errores, los alumnos tendrá que completar una tabla con tantas filas como textos a analizar y tantas columnas como tipos de error identificados.
11 - Habilidad para reconocer relaciones causales y los detalles importantes y no importantes en una perspectiva histórica.	Debatir Arreglar Cuestionar	Se presenta al aula un hecho reciente de gran impacto social, ya sea cultural, tecnológico, científico, etc. Se pedirá a los alumnos que cuestionen que hechos relevantes han llevado a ese hecho reciente, y que otros hechos aparentemente relacionados no han tenido relevancia en la evolución histórica del hecho reciente, así como la creación de un diagrama Causa-Efecto que represente el análisis.	<u>Correlación entre requisitos e implementación.</u> Se presenta al aula un enunciado de examen y su resolución correcta. Se pedirá a los alumnos que cuestionen respecto al enunciado, que palabras, frases o decisiones basadas en sus conocimientos, se corresponden con cada sección de código. Se creará un diagrama Causa-Efecto que relacione partes significativas del enunciado con su resolución.

### CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

Objetivo Educativo	Verbos a desarrollar	Resumen Ficha Independiente del Dominio (IDC)	Resumen ficha Dependiente del Dominio para el aprendizaje de la programación (DC)
12 - Habilidad para analizar, en un estado del arte en particular, la relación de materiales y mecanismos de producción, para los "elementos" y para la organización.	Crear - diagramas Inspeccionar Ordenar	Sobre un tema de relevante para el dominio de aprendizaje de los alumnos, relativo a: procesos organizativos, jerárquicos o estructuras organizativas. Los alumnos investigarán colaborativamente el estado del arte de ese tema con el fin de: (a) inspeccionar cómo se implementa la organización o el producto (b) ordenar los elementos o persona involucrados en base a su relevancia (c) expresar gráficamente los elementos o personas y sus interrelaciones. Se crearán sendos diagramas que ilustren el análisis realizado.	<u>Análisis gráfico de estructuras dinámicas de información.</u> Se pide a los alumnos que analicen gráficamente las estructuras dinámicas de información pilas, listas y colas. Los alumnos crearán un diagrama de las estructuras analizadas, ilustrando gráficamente las acciones más típicas sobre dichas estructuras, ordenado los diagramas según su complejidad.
13 - La habilidad para reconocer formas y patrones en la estructura en obras literarias o artísticas como vía para entender su significado.	Experimentar Analizar Adaptar Categorizar Ajustar	Sobre un texto, obra de arte o elemento arquitectónico, se pide a los alumnos un análisis conforme a los criterios especificados en la parte teórica de la asignatura. Dichos criterios serán suministrados a los alumnos en formato tabla.	<u>Análisis de corrección de un código.</u> Dado un código fuente, se pide a los alumnos su análisis conforme a los criterios de corrección de estructuras de iteración, estructuras de selección, ámbito de variables,, tipos de subprogramas, etc. Para ellos utilizarán una tabla de criterios proporcionada por el docente. Además, utilizaran el conocimiento adquirido para un segundo análisis sobre otro código.
14 - Habilidad para inferir los objetivos del autor, su punto de vista o rasgos de su pensamiento o sentimientos tal y como se muestran en su obra. Así como el concepto del autor sobre la ciencia, filosofía, historia o de su obra artística a partir de su trabajo.	Calcular	Tomando como origen de información artículos de opinión, se pide a los alumnos que identifique los argumentos utilizados, los contrasten con el apoyo de otras fuentes y puntúen su veracidad.	<u>Orden complejidad en implementaciones recursivas vs iterativas.</u> Dadas dos algoritmos implementados con recursión e iteración, los alumnos han de analizarlos y calcular el orden de complejidad de las ambas soluciones.
15 - Habilidad para identificar las técnicas usadas en materiales persuasivos como publicidad, propaganda, etc.	Clasificar Identificar Seleccionar	Sobre un conjunto de mensajes publicitarios de un producto o servicio, los alumnos han de identificar y clasificar sus características. Además, han de seleccionar uno de ellos para el propósito indicado por el profesor.	<u>Adecuación de estructuras de información para un problema dado.</u> Dado un conjunto de enunciados, los alumnos a través de su análisis, han de identificar aquella estructura de información más adecuada para su implementación.
16 - Habilidad para reconocer el punto de vista o tendencia en un escritor a través de su <i>background</i> o perspectiva histórica.	Criticar Preguntar	Dada una colección de artículos de un autor específico. Se analizan los artículos buscando las críticas que contienen, así como su fundamentación en hechos u opiniones. Se creará una tabla con tantas filas como hechos u opiniones contenta cada artículo. Cada fila contendrá un hecho u opinión y una crítica o reflexión en formato pregunta acerca de los motivos del autor. Del conjunto de críticas o reflexiones se obtendrá el punto de vista del autor.	<u>Análisis de paradigmas de programación.</u> Dados dos códigos que implementan algoritmos equivalentes bajo dos paradigmas de programación, se pide a los alumnos que analicen sus fundamentos y el estilo de programación con el apoyo de una tabla comparativa.

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

#### 3.5.1.1 Objetivos educativos del subnivel Análisis de Elementos

Comencemos por los tres objetivos educativos contenidos en el subnivel 1 - Análisis de Elementos: habilidad para reconocer suposiciones no enunciadas; habilidad para distinguir hechos de hipótesis, así como afirmaciones basadas en hechos objetivos de afirmaciones normativas; y habilidad para distinguir una conclusión de afirmaciones (o enunciados) que la soportan.

**Objetivo (1):** “Habilidad para reconocer suposiciones no enunciadas”.

El primer objetivo educativo busca el desarrollo de los verbos *distinguir* y *diferenciar*, desarrollados en la IDC1 y presentada en la Tabla 15.

Prerrequisitos: Los alumnos han de estar familiarizados con las descripciones y particularidades de los elementos sobre los que van a practicar los verbos identificar y distinguir. Estas definiciones dependerán del dominio de aprendizaje donde se aplique la IDC1. Además, es deseable que los alumnos estén familiarizados con la utilización de organizadores gráficos para la búsqueda de información<sup>5</sup>, en especial con aquellos en formato tabla.

Tabla 15. IDC1 - Actividad independiente del dominio - primer objetivo educativo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se proponen dos enunciados (científicos o similares) a la clase, encaminados a fomentar la habilidad en los alumnos para distinguir/identificar los hechos o elementos que contienen.  El profesor proporcionará a los grupos una tabla por enunciado, con una primera columna donde especificar el hecho o elementos, así como tantas columnas como clasificaciones posibles a identificar para cada uno de los hechos o elementos. Cada una de las filas contendrá un elemento o hecho, así como una marca que relacione sus características con las columnas especificadas. La clasificación dependerá del tipo de dominio y objetivo a identificar.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos. Se proporciona un enunciado distinto a cada grupo, así como una tabla de resultados por ejercicio, parcialmente construida por el profesor. Cada tabla constará de una primera columna para enumerar fila a fila los hechos o elementos, así como las columnas enunciadas conforme a las categorías necesarias para catalogar los hechos o enunciados.	AA1 AA2

<sup>5</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/busqueda.html>

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 2.</b>	Cada grupo se encargará de distinguir/diferenciar los hechos o elementos contenidos en el enunciado, según la clasificación presentada en teoría.  En la tabla suministrada, se identificará cada uno de los elementos analizados, uno por fila, así como la clasificación a la que pertenecen, marcando la columna correspondiente.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se intercambiarán los enunciados entre los grupos, y se realizará la actividad 2 de nuevo.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	Una vez analizado cada uno de los enunciados por al menos dos grupos diferentes, se pondrán en común los hechos diferenciados e identificados en los enunciados, haciendo especial hincapié en las diferencias encontradas.	AA5 AA6 AA7
<b>Actividad 5.</b>	De aquellos elementos a los que no se puede llegar a un consenso sobre su catalogación como hecho, los alumnos debatirán en el aula para intentar fijar la idoneidad de la clasificación del elemento. Esta tarea será coordinada y apoyada por el profesor.	AA7 AA8 AA9

La aplicación de la ficha independiente del dominio IDC1 para el dominio del aprendizaje de la programación se realiza adaptando la tarea al dominio específico, obteniéndose la ficha dependiente del dominio DC1. En la Tabla 16 se muestra la tarea adaptada al dominio de la programación, donde los alumnos han de distinguir los identificadores utilizados en un código compuesto de un programa principal y subprogramas, así como distinguir el ámbito y la vigencia para cada uno de los identificadores.

Tabla 16. DC1 - Actividad dependiente dominio - primer objetivo educativo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se proponen dos enunciados que describen dos ejercicios de programación, encaminados a fomentar la habilidad en los alumnos para distinguir e identificar el ámbito y vigencia de identificadores en un programa (procedimientos y funciones).  El profesor proporcionará a los alumnos una tabla compuesta por una primera fila con el nombre del programa principal y tantas filas de los nombres de los procedimientos o funciones contenidos en el código, indistintamente de su nivel de anidamiento.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
Actividad 1.	Se forman grupos de alumnos.  Se proporciona un código fuente a cada grupo, así como una tabla de resultados por ejercicio,	AA1 AA2

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

	parcialmente construida por el profesor, con tantas filas como procedimientos o funciones contenga el código fuente, incluido el programa principal.	
Actividad 2.	Cada grupo se encargará de distinguir/diferenciar el ámbito y vigencia de los identificadores contenidos en el código fuente, según la clasificación presentada en teoría.  En la tabla suministrada, los miembros del grupo identificarán por cada subprograma aquellos elementos que tienen ámbito y vigencia para ser utilizados (con el apoyo del número de línea donde han sido declarados) escribiendo cada elemento en un nueva columna.	AA3
Actividad 3.	Se intercambiarán los códigos fuentes entre los grupos, y se realizará la actividad 2 de nuevo.	AA4 AA3
Actividad 4.	Una vez analizado cada uno de los códigos fuente por al menos dos grupos diferentes, se pondrán en común los identificadores diferenciados e identificados en los códigos fuente, haciendo especial hincapié en las diferencias encontradas.	AA5 AA6 AA7
Actividad 5.	De aquellos elementos a los que no se puede llegar a un consenso sobre su catalogación como válido en cuanto a vigencia y ámbito, los alumnos debatirán en el aula para intentar fijar la idoneidad de la clasificación del elemento. Esta tarea será coordinada y apoyada por el profesor.	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (2):** “Habilidad para distinguir hechos de hipótesis, así como afirmaciones basadas en hechos objetivos de afirmaciones normativas”.

El objetivo persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en la tarea de *distinguir* y *diferenciar*, por tanto, se propone una tarea compuesta por un conjunto de actividades orientadas a su consecución, detallada en la Tabla 17, o ficha IDC2.

Prerrequisitos: La tarea propuesta se basa en una dinámica *Jigsaw*, o de puzle, por lo que conviene estar familiarizados con ese tipo de dinámica, tanto alumnos como profesor.

Tabla 17. IDC2 - Actividades del segundo objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se propone un texto a los grupos. Bajo un acercamiento <i>Jigsaw</i> o de puzle, se analiza el texto para distinguir y diferenciar hechos de hipótesis, así como, afirmaciones basadas en hechos objetivos de afirmaciones normativas. Se procederá en dos fases: 1. Primera fase, se formarán grupos de expertos con el objetivo de distinguir/diferenciar, o hechos y afirmaciones basadas en hechos objetivos, o hipótesis y afirmaciones
--------------------------------	---

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

	<p>normativas. Es conveniente la existencia de dos o más grupos para cada objetivo.</p> <p>2. Segunda fase, los grupos de expertos se combinan entre sí, analizando de nuevo el texto, identificando de nuevo los cuatro tipos de elemento, tomando como conjunto de partida los conjuntos creados en la primera fase.</p> <p>Finalmente, se mostrarán las soluciones grupales a la clase, y se creará una solución global de aula, así como una argumentación respecto a su elección.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	<p>Se forman grupos de alumnos y se les asigna un número natural, creándose grupos numerados con número pares o con número impares.</p> <p>Se asigna un texto a cada grupo.</p>	AA1  AA2
<b>Actividad 2.</b>	<p>Realización de la actividad grupal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos con número par, encargados identificar/distinguir hechos o afirmaciones basadas en hechos objetivos, creando un conjunto de elementos según su orden de aparición en el texto. Cada alumno tendrá una copia del conjunto.</li> <li>• Grupos con número impar, han de identificar/distinguir hipótesis o afirmaciones normativas. Igualmente, se creará un conjunto con los elementos según aparezcan en el texto.</li> <li>• Todos los alumnos tendrán copias de los conjuntos con sus elementos.</li> </ul>	AA3
<b>Actividad 3.</b>	<p>Se disuelven los grupos y se crean nuevos grupos formados en un 50% de alumnos con grupo par, y otro 50% con alumnos de grupos con número impar.</p> <p>Los nuevos grupos estarán formados por alumnos experimentados en identificar y distinguir cada uno de los cuatro conceptos de estudio.</p>	AA1
<b>Actividad 4.</b>	<p>Cada grupo ha de crear cuatro conjuntos, donde asignar cada uno de los elementos distinguidos e identificados en orden de aparición en el texto. Se utilizará como elemento de partida los conjuntos creados en la actividad 2.</p> <p>Dentro de los grupos se ha de crear una discusión que justifique la toma de decisiones, y un registro con el argumento que sustenta la decisión.</p>	AA3
<b>Actividad 5.</b>	<p>Un portavoz de cada grupo escribirá en la pizarra los cuatro conjuntos obtenidos.</p>	AA5
<b>Actividad 6.</b>	<p>Sobre los resultados grupales, la totalidad de la clase ha de crear cuatro conjuntos consensuados.</p> <p>Identificar los elementos sobre los que no hay acuerdo y discutir para llegar a un consenso. El proceso será dirigido y mediado por el profesor.</p>	AA6 AA7 AA8 AA9

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

La instanciación de la ficha IDC2 para el dominio de la programación se muestra en la Tabla 18, donde se busca que los alumnos analicen las diferencias funcionales entre la utilización de procedimientos o funciones (subprogramas), asumiendo que estas diferencias pueden ser consideradas como hechos o afirmaciones basadas en hechos. Además, los alumnos han de identificar qué tipo de subprogramas son más adecuados conforme a las normas de estilo de programación procedimental, siendo considerado esta última variable de estudio equiparable a hipótesis y afirmaciones normativas. Como material de trabajo se proporcionarán parejas de subprogramas que implementen el mismo algoritmo utilizando funciones y procedimientos (aunque se vulneren convenciones de estilo básicas).

Tabla 18. DC2 - Actividades del segundo objetivo - dominio de la programación

<p><b>Descripción de la Tarea</b></p>	<p>Se propone un conjunto de algoritmos implementados tanto en procedimientos como funciones. Bajo un acercamiento <i>Jigsaw</i> o de puzle, se analizan los subprogramas para distinguir y diferenciar cuando utilizar un tipo de subprogramas respecto a sus diferentes funcionalidades como: tipo de argumentos de entrada y salida (hechos o afirmaciones basadas en hechos), o respecto a su corrección conforme a las normas de estilo en programación estructurada (hipótesis o afirmaciones normativas).</p> <p>Se procederá en dos fases:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Primera fase, se formarán grupos de expertos con el objetivo de distinguir/diferenciar cuando utilizar un tipo de subprogramas respecto a sus diferentes funcionalidades de acuerdo al tipo de argumentos de entrada y salida o respecto a las normas de estilo en programación. Es conveniente la existencia de dos o más grupos para cada objetivo.</li> <li>2. Segunda fase, los grupos de expertos se combinan entre sí, analizando de nuevo los subprogramas, e identificando cual es el más adecuado, si el procedimiento o la función y por qué.</li> </ol> <p>Finalmente, se mostrarán las soluciones grupales a la clase, y se creará una solución global de aula con los subprogramas seleccionados, así como una argumentación respecto a su elección.</p>	
<p><b>Código Actividad</b></p>	<p><b>Descripción de la actividad</b></p>	<p><b>Código Acción Atómica</b></p>
<p><b>Actividad 1.</b></p>	<p>Se forman grupos de alumnos y se les asigna un número natural, creándose grupos numerados con números pares o con números impares. Se asigna una pareja de subprograma que imprime el mismo algoritmo, uno mediante un procedimiento y otro mediante una función.</p>	<p>AA1  AA2</p>
<p><b>Actividad 2.</b></p>	<p>Realización de la actividad grupal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos con número par, encargados identificar/distinguir diferencias funcionales</li> </ul>	<p>AA3</p>



	<p>entre procedimientos y funciones, prestando atención a las limitaciones prácticas entre tipos de subprogramas. El grupo creará un conjunto de diferencias según su orden de aparición en el texto. Cada alumno tendrá una copia del conjunto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos con número impar, han de identificar/distinguir diferencias respecto a las normas de estilo. Igualmente, se creará un conjunto con las diferencias según aparezcan en el texto.</li> <li>• Todos los alumnos tendrán copias de los conjuntos con sus elementos.</li> </ul>	
<b>Actividad 3.</b>	<p>Se disuelven los grupos y se crean nuevos grupos formados en un 50% de alumnos con grupos par, y otro 50% con alumnos de grupos con número impar. Los nuevos grupos estarán formados por alumnos experimentados en identificar y distinguir cada uno de los conceptos de estudio.</p>	AA1
<b>Actividad 4.</b>	<p>Cada grupo ha de crear dos conjuntos, donde asignar cada uno de los elementos distinguidos e identificados en orden de aparición en los subprogramas. Se utilizará como elemento de partida los conjuntos creados en la actividad 2. Dentro de los grupos se ha de crear una discusión que justifique la toma de decisiones, y un registro con el argumento que sustenta la decisión.</p>	AA3
<b>Actividad 5.</b>	<p>Un portavoz de cada grupo escribirá en la pizarra los dos conjuntos obtenidos.</p>	AA5
<b>Actividad 6.</b>	<p>Sobre los resultados grupales, la totalidad de la clase ha de crear dos conjuntos consensuados. Identificar los elementos sobre los que no hay acuerdo y discutir para llegar a un consenso. El proceso será dirigido y mediado por el profesor.</p>	AA6 AA7 AA8 AA9

**Objetivo (3):** “Habilidad para distinguir una conclusión de afirmaciones (o enunciados) que la soportan”.

El objetivo número tres se alcanza mediante la práctica de los verbos *concluir* e *inferir*, desarrollándose mediante la tarea de distinguir la aserción de las premisas. La tarea se presenta y desarrolla en la Tabla 19, o IDC3.

Prerrequisitos: Antes de aplicar la ficha guía IDC3, los alumnos han de estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- Aserción o conclusión<sup>6</sup>, así como las palabras clave que ayudan a identificarlo, como: "por lo tanto", "por esta razón", "por tanto", "de manera que", "para", "entonces", "en consecuencia", "como resultado", "en consecuencia", entre otras.

<sup>6</sup> <http://philosophy.hku.hk/think/arg/arg.php>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

- Premisas<sup>7</sup> o afirmaciones de apoyo a la conclusión, así como la palabras clave que ayudan a su identificación, como: "de acuerdo con", "teniendo en cuenta", "por", "si", "dado que", "de hecho", "para", "como", "porque" y "después de todo", etcétera.
- Grafo dirigido valorado<sup>8</sup>. Cada nodo representa un concepto, las relaciones se expresan mediante aristas dirigidas y sobre ellas se expresa su significancia mediante un valor numérico.

Tabla 19. IDC3 - Actividad del tercer objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se proponen un conjunto de enunciados relativos al mismo tema provenientes de diferentes fuentes de información. Los enunciados de forma individual no contienen un conjunto de premisas consistentes para sostener una conclusión robusta, pero sí conjuntamente. Los alumnos han de concluir e inferir grupalmente cuál es la conclusión sustentada por las afirmaciones contenidas en los textos. Esta tarea se realizará con el apoyo de un grafo dirigido valorado.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos a los cuales se les asigna un enunciado.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Cada grupo se encargará de inferir y concluir las premisas contenidas en el texto, así como la asección más lógica con respecto a dichas premisas. El grupo generará un grafo dirigido valorado, donde los nodos serán las premisas y la asección más lógica, y las aristas expresarán las relaciones, y su nivel de relevancia se expresará mediante un número de 1 a 10 sobre la arista.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se intercambiarán los enunciados entre los grupos, y se realizará la actividad anterior de nuevo.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	La clase, una vez analizados los enunciados por al menos dos grupos diferentes, pondrá en común las premisas identificadas, y las conclusiones o asecciones inferidas en cada uno de los textos, así como el grafo dirigido valorado que sustenta ese proceso.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	Una vez analizadas las premisas y conclusiones contenidas en los textos por todos los alumnos, la clase en su totalidad, y con la mediación del profesor, ha de identificar las premias más relevantes para la conclusión más robusta. Este proceso se puede realizar mediante un mecanismo de votación sobre cada uno de los elementos expuestos en la pizarra. Finalmente, se creará un grafo dirigido valorado como solución final de la colaboración.	AA7 AA8 AA9

<sup>7</sup> [http://changingminds.org/disciplines/argument/making\\_argument/argument\\_elements.htm](http://changingminds.org/disciplines/argument/making_argument/argument_elements.htm)

<sup>8</sup> <http://ocw.upm.es/lenguajes-y-sistemas-informaticos/estructuras-de-datos/contenidos/tema5nuevo/Grafos.pdf>

### CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

En la adaptación de la ficha guía IDC3 para el dominio del aprendizaje de la programación, los alumnos han de trabajar sobre un código dividido en múltiples fragmentos desordenados y necesarios, junto con otros fragmentos irrelevantes. Los alumnos han de identificar y ordenar gráficamente los fragmentos necesarios junto a posibles necesidades de paso de argumentos entre ellos. En la Tabla 20 se muestra el desarrollo de esta tarea junto a su secuenciación de actividades.

Tabla 20. DC3 - Actividad del tercer objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se proponen un conjunto de fragmentos de código que resuelven un problema de programación, así como fragmentos irrelevantes. Los fragmentos individualmente no implementan el programa en su totalidad, pero sí conjuntamente.</p> <p>Los alumnos han de concluir e inferir grupalmente cuál es el problema resuelto por los códigos en su conjunto. Esta tarea se realizará con el apoyo de un grafo dirigido valorado.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos a los cuales se les asignan los fragmentos de código fuente.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Cada grupo se encargará de <i>inferir</i> y <i>concluir</i> las funcionalidades en alto nivel que realiza cada fragmento, así como la funcionalidad total que implementan los fragmentos en su orden correcto. El grupo generará un grafo dirigido valorado, donde los nodos serán los fragmentos de código y las aristas expresaran los datos que cada fragmento envía o recibe, y su nivel de adecuación para la resolución del problema expresada mediante un número del 1 a 10 sobre la arista.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se intercambiarán los enunciados entre los grupos, y se realizará la actividad anterior de nuevo.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	La clase, una vez analizados los fragmentos de código por al menos dos grupos diferentes, pondrá en común las funcionalidades identificadas por cada uno de los fragmentos, así como el grafo dirigido valorado que sustenta el código que implementa él.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	Una vez analizadas las funcionalidades contenidas en los fragmentos de código por todos los alumnos, la clase, con la mediación del profesor, ha de identificar la funcionalidad conjunta de los códigos. Este proceso se puede realizar mediante un mecanismo de votación sobre cada uno de los elementos expuestos en la pizarra. Finalmente, se creará un grafo dirigido valorado como solución final de la colaboración.	AA7 AA8 AA9

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

**Sección Evaluación.** La evaluación de los tres objetivos de esta agrupación puede realizarse conforme a los tipos de evaluación enumerados en la Tabla 102. De entre ellos, y por ser los elementos más básicos del nivel de análisis, se propone la utilización de los tipos de evaluación E1, E2 y E3. Además de estas evaluaciones, se puede realizar un ejercicio similar al realizado en las actividades propuestas en las IDCs para contrastar el progreso alcanzado una vez se han completado los tres objetivos educativos.

#### 3.5.1.2 Objetivos educativos del subnivel Análisis de Relaciones entre Elementos

Una vez expuestos los tres objetivos contenidos en la agrupación análisis de elementos, se está en disposición de buscar relaciones entre los elementos encontrados. Veamos, uno a uno, los ocho objetivos posibles que conforman el subnivel 2 – “análisis de relaciones entre elementos” (columna objetivo de la Tabla 11).

**Objetivo (4):** “Destreza para comprender las interrelaciones entre ideas en un pasaje (texto)”.

El objetivo persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno con las acciones de *asociar* y *relacionar*, por tanto se propone una tarea orientada a la consecución del objetivo fijado.

Prerrequisitos. Antes de aplicar la ficha IDC4, los alumnos han de estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- Análisis de textos, conceptos de idea principal de un texto e ideas secundarias, así como los tipos relaciones más habituales<sup>9</sup>: casusa-efecto, oposición- semejanza, general-particular, explicativas, ejemplificativas, analógicas, cronológicas, etc.
- Representaciones gráficas de información y sus relaciones con el apoyo de diferentes tipos de grafos<sup>10</sup>.

Tabla 21. IDC4 - Actividad del cuarto objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se propone un enunciado que desarrolle una idea principal con el apoyo de ideas secundarias.  Los alumnos analizarán el texto buscando las relaciones existentes entre las ideas y sus posibles asociaciones. Con el apoyo de un grafo dirigido representarán las ideas y sus relaciones.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>

<sup>9</sup> [http://www.ingresacon.com.mx/temariosresueltos/examenunico/eu\\_habilidad\\_verbal.pdf](http://www.ingresacon.com.mx/temariosresueltos/examenunico/eu_habilidad_verbal.pdf)

<sup>10</sup> <http://matematicasparacomputadora.weebly.com/612-tipos-de-grafos-simples-completos-bipartidos-planos-conexos-ponderados.html>

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 1.</b>	Se forman varios grupos de alumnos (mínimo dos grupos). Se entrega a los grupos el enunciado.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Cada grupo se encargará de identificar la idea principal del texto así como las ideas secundarias. Con el apoyo de un grafo dirigido, se relacionarán y asociarán las ideas identificadas, obteniéndose así, una representación gráfica de las ideas y sus asociaciones/relaciones.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se comparan los grafos obtenidos. Un representante de cada grupo mostrará y explicará en la pizarra el grafo resultante a la clase. Se respetarán los grafos presentados previamente.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	La clase en su totalidad unificará en un solo grafo las propuestas grupales presentadas. Este proceso creará un debate y una discusión sobre los desacuerdos, moderada por el profesor. Finalmente, si existiesen errores que la clase no ha identificado, el profesor los aclarará.	AA7 AA8 AA9

La transformación de la IDC4 para el dominio de la programación se muestra en la Tabla 22, donde los alumnos han de analizar un código fuente construido utilizando subprogramas.

Tabla 22. DC4 - Actividad del cuarto objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se propone un código fuente que resuelve un problema de computación, con una idea principal (programa principal) y con ideas secundarias (subprogramas).  Los alumnos analizarán el código fuente buscando las relaciones existentes entre los subprogramas y sus posibles interrelaciones. Con el apoyo de un grafo dirigido representarán los subprogramas y sus interrelaciones (llamadas desde el programa principal o desde otros subprogramas). Además, se analizarán los argumentos de entrada y/o salida de los subprogramas.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman varios grupos de alumnos (mínimo dos grupos). Se entrega a los grupos el código fuente.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Cada grupo se encargará de identificar la idea principal del programa (su finalidad), así como los subprogramas. Con el apoyo de un grafo dirigido, se relacionarán y asociarán los subprogramas, obteniéndose así, una representación gráfica del programa principal, subprogramas, y sus interrelación.	AA3

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 3.</b>	Se comparan los grafos obtenidos. Un representante de cada grupo mostrará y explicará en la pizarra el grafo resultante a la clase. Se respetarán los grafos presentados previamente.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	La clase en su totalidad unificará en un solo grafo las propuestas grupales presentadas. Este proceso creará un debate y una discusión sobre los desacuerdos, moderada por el profesor. Finalmente, si existiesen errores que la clase no ha identificado, el profesor los aclarará.	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (5):** “Habilidad para reconocer qué detalles son relevantes para la validación (establecimiento) de un juicio”.

Este objetivo persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno mediante los verbos *examinar*, *inventariar* y *valorar*. La tarea que desarrolla este objetivo educativo se muestra en la Tabla 23, que implementa la IDC5.

Para la realización de esta tarea, se ha utilizado, como apoyo de representación externa de información, la representación gráfica de conjuntos y relaciones denominada Diagramas de Flechas<sup>11</sup> basada en diagramas de Venn<sup>12</sup>. Tomando dos conjuntos de elementos A y B, se expresan las relaciones entre los elementos mediante flechas que parten de elementos del conjunto A hasta los elementos del conjunto B.

Tabla 23. IDC5 - Actividad del quinto objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se toma como partida un conjunto de enunciados que aportan información sobre un tema de interés actual. Además, el profesor proporciona a los alumnos un juicio sobre el tema, así como los criterios en los que se ha basado.</p> <p>Los alumnos han de examinar los elementos que aportan información o detalles sobre los criterios utilizados por el profesor en su juicio. Las informaciones son inventariadas en dos conjuntos (a favor del juicio o en contra) y valorarlos según su relevancia (1-nada, 2-poco, 3-bastante y 4-mucho). Se aconseja la representación de los conjuntos mediante diagramas de Venn.</p> <p>La clase en su totalidad comparará las informaciones y, sumando sus puntuaciones, se obtendrán aquellas más significativas, en los conjuntos a favor y en contra, de acuerdo con el juicio proporcionado por el profesor.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>

<sup>11</sup> [www.x.edu.uy/utu/Relaciones-Biselli.doc](http://www.x.edu.uy/utu/Relaciones-Biselli.doc)

<sup>12</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_Venn](http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Venn)

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 1.</b>	Se forman $n$ grupos de alumnos a los cuales se entregan un enunciados y el “juicio a priori propuesto por el profesor” junto con los criterios utilizados.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de examinar los elementos que aportan información (detalles) según los criterios utilizados por el profesor. Las informaciones son inventariadas en dos conjuntos, a favor del juicio, o en contra, y valorarlos con una numeración de 1 a 4 (1-nada, 2-poco, 3-bastante y 4-mucho) según su relevancia.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	El grupo repetirá la acción anterior, al menos sobre un enunciado más. Los elementos que porta este nuevo enunciado han de servir para perfilar la valoración de los elementos ya valorados, así como para identificar nuevos elementos.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo escribe en la pizarra, en dos columnas, sus elementos, los pros y contras del juicio, así como un superíndice con la valoración asignada a cada elemento.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	El aula en su totalidad ha de consensuar los elementos de las dos conjuntos (a favor y en contra), así como sumar las votaciones de los elementos, obteniéndose un resultado numérico que indicará los elementos más relevantes para la validación del juicio. Además, mediante flechas, unirán los elementos más significativos de ambos grupos con el juicio proporcionado por el profesor, validándose o no el juicio proporcionado por el profesor atendiendo al conjunto de donde nacen más flechas (pros o contras). El proceso de discusión y argumentación será moderado por el profesor.	AA7 AA8 AA9

La adaptación de la ficha IDC5 al dominio del aprendizaje de la programación se muestra en la Tabla 24, donde el alumno ha de analizar dos algoritmos de ordenación de *arrays*, catalogando y valorando sus características con el fin de estimar su adecuación conforme a lo indicado por el profesor.

Tabla 24. DC5 - Actividad del quinto objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se toma como partida dos algoritmos diferentes de ordenación de <i>arrays</i> , así como un conjunto de criterio a analizar (corrección, eficiencia, idoneidad, etc). Además, el profesor aporta a los alumnos un juicio sobre los algoritmos proporcionados según los criterios anteriores.  Los alumnos han de examinar los elementos que tienen información o detalles sobre los criterios utilizados por el profesor en su juicio. Los elementos son inventariados en dos conjuntos (a favor del juicio o en contra) y valorarlos según su relevancia (1-nada, 2-poco,
--------------------------------	---

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

	<p>3-bastante y 4-mucho). Se aconseja la representación de los conjuntos mediante diagramas de Venn.</p> <p>Toda la clase comparará las informaciones y sumando sus puntuaciones, se obtendrán aquellas más significativas, en los conjuntos a favor y en contra, de acuerdo con el juicio y criterios proporcionados por el profesor.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman $n$ grupos de alumnos a los cuales se entregan un algoritmo de ordenación y el "juicio a priori y los criterios propuestos por el profesor".	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de examinar los elementos que aportan información (detalles) según los criterios o características utilizados por el profesor. Las informaciones son inventariadas en dos conjuntos, a favor del juicio, o en contra, y valorarlos con una numeración de 1 a 4 (1-nada, 2-poco, 3-bastante y 4-mucho) según su relevancia.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	El grupo repetirá la acción anterior, al menos sobre un enunciado más. Los elementos que porta este nuevo algoritmo han de servir para perfilar la valoración de los elementos ya valorados, así como para identificar nuevos elementos.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo escribe en la pizarra en dos conjuntos sus elementos, los pro y contra del juicio, así como un superíndice con la valoración asignada a cada elemento.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	El aula en su totalidad ha de consensuar los elementos de los dos conjuntos (a favor y en contra), así como sumar las votaciones de los elementos, obteniéndose un resultado numérico que indicará los elementos más relevantes para la validación o refutación del juicio. Además, mediante flechas, unirán los elementos más significativos de ambos grupos con el juicio proporcionado por el profesor, validándose o no el juicio proporcionado por el profesor atendiendo al conjunto de donde nacen más flechas (pros o contras). El proceso de discusión y argumentación será moderado por el profesor.	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (6):** “Habilidad para reconocer qué hechos o asunciones (hipótesis) son esenciales para una tesis principal o en el argumento que apoya esa tesis”.

Este objetivo persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en acciones como: *bosquejar, comparar y explicar*.



### CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

Prerrequisito: Es conveniente que los alumnos, para la realización de la IDC6, estén familiarizados con los diagramas más comunes para la representación de relaciones<sup>13</sup>, más específicamente con los diagramas conceptuales. La ficha IDC6 se presenta en la Tabla 25.

Tabla 25. IDC6 - Actividad del sexto objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se proporcionará a los alumnos un enunciado que contengan un conjunto de hechos y asunciones relevantes para dar soporte a una tesis principal, así como hechos o asunciones no relevantes.</p> <p>Los alumnos, con el apoyo de un mapa conceptual<sup>14</sup>, han de identificar la tesis principal y los hechos o argumentos que la sustentan, así como aquellos no significativos.</p> <p>En la parte superior del diagrama ubicarán la tesis principal y en las capas inferiores los argumentos que la sustentan jerárquicamente según su relevancia. Aquellos no relevantes, han de quedar aislados sin conexión con la tesis principal o con otros argumentos o hechos válidos.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos y se les distribuye el enunciado.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de obtener una representación gráfica (mapa conceptual) de la tesis principal junto con los hechos o argumentos que la soporten. El mapa conceptual ha de mostrar en forma jerárquica la relevancia de los hechos, siendo su ubicación más cercana a la tesis conforme a su mayor relevancia. Aquellos elementos o hechos no significativos han de quedar en la parte inferior del diagrama aislados, mostrando su irrelevancia.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Un miembro de cada grupo presenta su diagrama al resto de la clase, explicando al final el porqué de su propuesta.	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	Una vez presentadas todas las soluciones, se buscará un consenso de la clase sobre la más adecuada. En el proceso de debate y discusión, los grupos han de defender sus propuestas antes las preguntas de otros grupos. El profesor hará de moderador.	AA7 AA8 AA9

La adaptación de la IDC6 para el dominio específico del aprendizaje de la programación se muestra en la Tabla 26. En ella se pide a los alumnos la construcción de un programa que solvete un determinado enunciado, tomando como partida el

<sup>13</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/causa.html>

<sup>14</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/archivos/4relaciones/Relaciones6.pdf>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

programa principal y una selección de subprogramas válidos de entre un amplio conjunto de subprogramas proporcionados.

Tabla 26. DC6 - Actividad del sexto objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se proporcionará a los alumnos el enunciado y el código fuente del programa principal (sin subprogramas). Además, se proporciona a los alumnos un conjunto de procedimientos y funciones necesarios y no necesarios, o erróneos por el tipo y/o número de argumentos.</p> <p>Los alumnos, con el apoyo de un mapa conceptual<sup>15</sup>, han de identificar qué subprogramas son los correcto atendiendo a su funcionalidad, así como a los argumentos que recibe; además se han de identificar aquellos subprogramas no necesarios o erróneos.</p> <p>En la parte superior del diagrama ubicarán el programa principal y en las capas inferiores los subprogramas que la sustentan jerárquicamente según su relevancia. Aquellos no relevantes, han de quedar aislados sin conexión con el programa principal o con otros subprogramas válidos.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos y se les distribuye el enunciado, programa principal y subprogramas.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de obtener una representación gráfica (mapa conceptual) del programa principal junto con los subprogramas necesarios. El mapa conceptual ha de mostrar en forma jerárquica la relevancia de los hechos, siendo su ubicación más cercana a la tesis conforme a su mayor relevancia. Aquellos subprogramas no significativos han de quedar en la parte inferior del diagrama aislados, mostrando su irrelevancia.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Un miembro de cada grupo presenta su diagrama al resto de la clase, explicando al final el porqué de su propuesta.	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	Una vez presentadas todas las soluciones, se buscará un consenso de la clase sobre la más adecuada. En el proceso de debate y discusión, los grupos han de defender sus propuestas antes las preguntas de otros grupos. El profesor hará de moderador.	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (7):** “Habilidad para comprobar la consistencia de hipótesis con información dada o con asunciones (supuestos)”.

<sup>15</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/archivos/4relaciones/Relaciones6.pdf>

### CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

En este objetivo se persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en la tarea de *contrastar y probar*. A través de la IDC7, mostrada en la Tabla 27, se desarrolla bajo un acercamiento el colaborativo séptimo objetivo educativo.

Prerrequisito: Los alumnos han de estar familiarizados con la búsqueda y registro de información. Se aconseja el registro del proceso de búsqueda mediante tablas de registro<sup>16</sup>.

Tabla 27. IDC7 - Actividad del séptimo objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se proporcionan al menos dos enunciados que establecen hipótesis apoyadas en información o asunciones. Los alumnos han de contrastar y probar la validez de la información o supuestos en los que se basan las hipótesis. Para esta validación se utilizarán medios adicionales, como por ejemplo: libros, material audiovisual e Internet.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos y se les asigna el primer enunciado.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos del grupo han de identificar la hipótesis y las informaciones o asunciones que las sustentan.  Para cada información o asunción identificada, han de buscar material externo que la acredite o rechace. Este proceso se hará vía fuentes documentales como: Internet, bibliografía o documentación extra proporcionada.  Se crea una tabla, donde cada fila tiene una información o asunción contrastada, y en las columnas, se indica el grado de comprobación y veracidad (en tanto %), así como las fuentes consultadas junto con el detalle del texto que lo reafirma o desmiente.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se repite el proceso anterior sobre otro enunciado, con el objetivo de que cada enunciado sea analizado por todos los grupos.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	Los grupos, vía uno de sus miembros, transcribirán las tablas en la pizarra para cada uno de los textos.  Los contenidos transcritos se limitaran al elemento verificado y su grado de verificación y corrección, no se incluirán las fuentes y textos utilizados, con el fin de agilizar la actividad.  Cada grupo explicará aquellos elementos sobre los que aún tiene dudas.	AA5 AA6

<sup>16</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/busqueda.html>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 5.</b>	Toda la clase conjuntamente llegará a un consenso sobre aquellos elementos que no han alcanzado un nivel de contraste suficiente sobre los que tomar decisiones.  Este proceso será guiado y articulado por el profesor.	AA7 AA8 AA9
---------------------	--	-------------------

En la adaptación de la ficha independiente del dominio ID7 para el dominio del aprendizaje de la programación, los alumnos han de analizar los diferentes algoritmos de búsqueda en *arrays* y listas doblemente enlazadas, con el objetivo de identificar sus características más significativas y su orden de complejidad.

Tabla 28. DC7 - Actividad del séptimo objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se proporcionan al menos dos enunciados donde se exponen un conjunto de propiedades correctas e incorrectas sobre las características de algoritmos de búsqueda de información en estructuras de información tipo <i>arrays</i> y listas doblemente enlazadas. Estos enunciados indican qué algoritmo es mejor según su propósito. Los alumnos han de contrastar y probar la validez de la información o supuestos en los que se basan las hipótesis. Para esta validación se utilizarán medios adicionales, como por ejemplo: libros, material audiovisual e Internet.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos y se les asigna el primer enunciado.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos del grupo han de identificar la hipótesis y las informaciones o asunciones que las sustentan.  Para cada información o asunción identificada, han de buscar material externo que la acredite o rechace. Este proceso se hará vía fuentes documentales como: Internet, bibliografía o documentación extra proporcionada. Se crea una tabla, donde cada fila tiene una característica o asunción contrastada, y en las columnas, se indica el grado de comprobación y veracidad (en tanto %), así como las fuentes consultadas junto con el detalle del texto que lo reafirma o desmiente.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se repite el proceso anterior sobre otro enunciado, con el objetivo de que cada enunciado sea analizado por todos los grupos.	AA4 AA3

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 4.</b>	<p>Los grupos, vía uno de sus miembros, transcribirán las tablas en la pizarra para cada uno de los textos.</p> <p>Los contenidos transcritos se limitaran al elemento verificado y su grado de verificación y corrección, no se incluirán las fuentes y textos utilizados, con el fin de agilizar la actividad.</p> <p>Cada grupo explicará aquellos elementos sobre los que aún tiene dudas.</p>	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	<p>Toda la clase llegará a un consenso sobre aquellos elementos que no han alcanzado un nivel de contraste suficiente sobre los que tomar decisiones.</p> <p>Este proceso será guiado y articulado por el profesor.</p>	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (8):** “Habilidad para distinguir las relaciones causa-efecto de otras relaciones secuenciales”.

En este octavo objetivo educativo se busca el entrenamiento de los alumnos en la habilidad para distinguir relaciones causa efecto de relaciones secuenciales. A través de este objetivo se practicarán los verbos *conectar* y *relacionar*.

Prerrequisito: Para la creación de la ficha guía IDC8 mostrada en la Tabla 29, es necesario que el alumno esté familiarizado con los diagramas causa efecto o diagrama de Ishikawa<sup>17</sup>. Este diagrama es ampliamente utilizado para la representación gráfica de las relaciones causa efecto. Su utilización mejora la autoevaluación de los conocimientos adquiridos por los alumnos (van Loon, de Bruin, van Gog, van Merriënboer, & Dunlosky, 2014).

Tabla 29. IDC8 - Actividad del octavo objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se proporciona a los alumnos una serie de recortes de prensa sobre un tema de interés ciudadano, así como un conjunto de recortes adicionales relativos al mismo tema pero de cronología previas.</p> <p>Los alumnos han de identificar las relaciones causa efecto de los recortes proporcionados atendiendo a su cronológica. Para representar la causa efecto se utilizará un diagrama de Ishikawa, o comúnmente denominado de espinas. Cada espina indica una causa efecto, así como el canal vertebrador indica la cronología.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	<p>Se dividen los alumnos en grupos.</p> <p>Se proporciona el material actual a cada grupo.</p>	AA1 AA2

<sup>17</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/archivos/4relaciones/Relaciones4.pdf>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de crear una primera aproximación vía diagrama de Ishikawa de las relaciones causa efecto.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se proporciona de nuevo material más antiguo, y por tanto, con perspectiva histórica. Los grupos revisan el diagrama creado en la actividad 2 y lo completan o refinan con los datos proporcionados en el material con datación anterior.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo expone su diagrama a la clase de forma separada, indicando aquellas relaciones secuenciales que no aparecen en el diagrama.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	El aula consensua un único diagrama así como el listado de las relaciones secuenciales identificadas.	AA7 AA8 AA9

La adaptación de la IDC8 para el dominio de la programación se muestra en la Tabla 30, donde los alumnos han de establecer una asociación (conectando y relacionando funcionalidades semejantes) entre la implementación de un mismo programa utilizando diferentes estructuras de información como pueden ser: *arrays*, listas enlazadas y doblemente enlazadas.

Tabla 30. DC8 - Actividad del octavo objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se proporciona a los alumnos tres programas que resuelven el mismo problema de computación, pero utilizando diferentes estructuras de información como: <i>arrays</i> , listas enlazadas y listas doblemente enlazadas. Los programas están desarrollados con el apoyo de subprogramas y resuelven problemas que contengan inserción, borrado y búsquedas de elementos. Los alumnos han de identificar las funcionalidades utilizadas en cada uno de los programas, así como sus particularidades, según sea la estructura de información. Para representar las funcionalidades se utilizará un diagrama de Ishikawa, o comúnmente denominado de espina. Cada espina indica una funcionalidad, y el canal vertebrador indica la completitud del programa conforme a las funcionalidades.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se dividen los alumnos en grupos. Se proporciona el programa implementado en listas enlazadas y doblemente enlazadas a cada grupo.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de crear una primera aproximación vía diagrama de Ishikawa con las funcionalidades utilizadas en los dos programas asignados. Se han de prestar especial atención a los prerrequisitos de los subprogramas para su correcto funcionamiento (lista vacía, primer elemento, etc). Cada subprograma se pondrá más cerca de la "cabeza" del diagrama conforme sea más básico o importante.	AA3

<b>Actividad 3.</b>	Se proporciona una nueva versión del programa pero implementado mediante <i>arrays</i> , más antiguo respecto al currículo de la asignatura, y por tanto con perspectiva histórica. Los grupos revisan los diagramas creados en la actividad 2 y los completan o refinan con los datos proporcionados en el programa desarrollado con <i>arrays</i> .	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo expone sus diagramas a la clase, indicando por cada uno de los diagramas, las relaciones existentes entre la implementación con <i>arrays</i> respecto a las implementaciones con listas enlazadas o doblemente enlazadas.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	El aula consensua dos diagramas, uno por estructura dinámica, así como la relación existente entre los subprogramas que implementen las acciones típicas en un <i>array</i> con respecto a los que implementan para listas enlazadas y doblemente enlazadas.	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (9):** “Habilidad para analizar las relaciones de las afirmaciones en un razonamiento y para distinguir las afirmaciones relevantes de las irrelevantes”.

Este objetivo busca el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en la tarea de *resolver, separar y cuestionar*. En la Tabla 31 se muestra la ficha IDC9 para desarrollar el objetivo nueve.

Prerrequisito: El alumno ha de estar familiarizado con los grafos dirigidos valorados<sup>18</sup>. Cada nodo representa un concepto; las relaciones se expresan mediante aristas dirigidas y sobre ellas se expresa su significancia mediante un valor numérico.

Tabla 31. IDC9 - Actividad del noveno objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Sobre un material proporcionado en formato texto o audiovisual, los alumnos han de identificar las afirmaciones que contiene y establecer sus relaciones. La actividad se apoyará en un grafo vacío proporcionado por el profesor, con tantos nodos como afirmaciones contiene el material proporcionado. Los alumnos, mediante aristas dirigidas (flechas), establecerán las relaciones existentes junto a su ponderación numérica (de 1 a 10), según su relevancia.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos, se les distribuye el enunciado y el grafo vacío.	AA1 AA2

<sup>18</sup> <http://ocw.upm.es/lenguajes-y-sistemas-informaticos/estructuras-de-datos/contenidos/tema5nuevo/Grafos.pdf>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos rellenarán los nodos del grafo con las afirmaciones identificadas. Además, crearán aristas dirigidas donde expresarán las relaciones y sus pesos relativos (de 1 a 10).	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Cada grupo presentará su grafo resultante a la clase a través de un representante, prestando especial atención a la dirección de las aristas (relaciones), a sus pesos y a aquellos nodos que han quedado sin conexiones (ideas no relevantes).	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	Toda la clase consensuará un grafo dirigido valorado con las afirmaciones relevantes mostradas en los grafos de cada grupo. A su vez, se aislarán aquellas afirmaciones no relevantes. Todo el proceso será dirigido y mediado por el profesor.	AA7 AA8 AA9

La adaptación de la IDC9 para el dominio del aprendizaje de la programación procedimental se muestra en la Tabla 32. Los alumnos han de analizar un enunciado de un problema tipo examen y rellenar un grafo dirigido valorado como un primer acercamiento. El grafo constará de los subprogramas necesarios (nodos) y las llamadas entre subprogramas junto al paso de argumentos, teniendo en cuenta su número, tipo de datos y demás características (aristas).

Tabla 32. DC9 - Actividad del noveno objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Sobre un material proporcionado en formato texto, como puede ser el enunciado de un ejercicio de examen, los alumnos han de identificar las funcionalidades que ha de contener; con el objetivo crear los subprogramas necesarios y establecer sus argumentos, tipos y de entrada o de salida. La actividad se apoyará en un grafo vacío proporcionado por el profesor, con tantos nodos como subprogramas contiene el material proporcionado. Los alumnos, mediante aristas dirigidas (flechas), establecerán las llamadas existentes junto a los argumentos pasados al subprograma.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos, se les distribuye el enunciado y el grafo vacío.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos rellenarán los nodos del grafo con los subprogramas identificados. Además, crearán aristas dirigidas donde expresarán las llamadas a los subprogramas y el paso de argumentos lo más completo posible.	AA3



CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 3.</b>	Cada grupo presentará su grafo resultante a la clase a través de un representante, prestando especial atención a la dirección de las aristas (llamadas a los subprogramas), a sus pasos de argumentos, y a aquellos nodos que han quedado sin conexiones (subprogramas innecesarios).	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	Toda la clase consensuará un grafo dirigido valorado (con los argumentos de las llamadas) con los subprogramas relevantes mostrados en los grafos de cada grupo. A su vez, se aislarán aquellos subprogramas no necesarios. Todo el proceso será dirigido y mediado por el profesor.	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (10):** “Habilidad para detectar falacias lógicas en argumentaciones”.

El objetivo educativo diez persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en la tarea de *inferir*, y se presenta en la Tabla 33 que muestra la ficha IDC10.

Prerrequisitos: Los alumnos deben estar familiarizados con la definición de falacia, con los tipos de falacias existentes<sup>19</sup>, así como con las reglas de argumentación.

Tabla 33. IDC10 - Actividad del décimo objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Sobre un conjunto de textos cortos, numerados, ilustrativos de diferentes tipos de falacias, los alumnos tendrán que completar una tabla con tantas filas como textos a analizar y tantas columnas como tipos de falacias identificadas.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos y se les asigna un enunciado. Además, el profesor entregará a cada grupo una tabla con tantas filas como texto a tratar y cuyas columnas tengan identificadas los tipos de falacias tratadas en teoría.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de identificar los tipos de falacias contenidas en el texto, y rellenar una fila de la tabla, marcando las columnas con las falacias contenidas en el texto analizado.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se intercambian enunciados entre grupos y se repite la actividad 2. Esta tarea se realiza tantas veces como textos a analizar, con la carencia indicada por el profesor.	AA4 AA3

<sup>19</sup> <http://es.scribd.com/doc/17547111/Modulo-3-argumentacion-falacias>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo transcribe a la pizarra las tablas resultantes, ordenando las filas conforme a la numeración de los textos.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	La clase fusionará en una única tabla-resultado los análisis presentados por los grupos.  Se prestará especial atención a aquellas discordancias, siendo defendidas y rebatidas dentro del aula.  El profesor actuará como moderador, aclarando conceptos si fuese necesario.	AA7 AA8 AA9

La adaptación de la IDC10 para el dominio de la programación se presenta en la Tabla 34, donde los alumnos, colaborativamente, han de analizar un conjunto de códigos con errores típicos cometidos por los alumnos en su aprendizaje de la programación, y completar una tabla-resultado por grupo catalogando los códigos y sus errores.

Tabla 34. DC10 - Actividad del décimo objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Sobre un conjunto de códigos cortos numerados, que ilustran diferentes tipos de errores, los alumnos tendrán que completar una tabla con tantas filas como textos a analizar y tantas columnas como tipos de error identificados.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos y se les asigna un código. Además, el profesor entregará a cada grupo una tabla con tantas filas como texto a tratar y cuyas columnas tengan identificadas los tipos de errores más comunes.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de identificar los tipos de errores contenidos en el texto, y rellenar una fila de la tabla, marcando las columnas cuyos errores contenga el código analizado.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se intercambian códigos entre grupos y se repite la actividad 2. Esta tarea se realiza tantas veces como códigos a analizar, con la carencia indicada por el profesor.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo transcribe a la pizarra las tablas resultantes, ordenando las filas conforme a la numeración de los códigos.	AA5 AA6

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 5.</b>	<p>La clase fusionará en una única tabla-resultado los análisis presentados por los grupos.</p> <p>Se prestará especial atención a aquellas discordancias, siendo defendidas y rebatidas dentro del aula.</p> <p>El profesor actuará como moderador aclarando conceptos si fuese necesario.</p>	<p>AA7 AA8 AA9</p>
---------------------	---	----------------------------

**Objetivo (11):** “Habilidad para reconocer relaciones causales y los detalles importantes y no importantes en una perspectiva histórica”.

Como se puede apreciar en este objetivo, se persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en la tarea de *debatir, arreglar y cuestionar*.

Prerrequisito: Los alumnos han de estar familiarizados con los tipos de diagramas Causa-Efecto<sup>20</sup>, así como disponer de un *background* de conocimiento sobre el hecho a analizar en la tarea.

Tabla 35. IDC11 - Actividad del undécimo objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se presenta al aula un hecho reciente de gran impacto social, ya sea cultural, tecnológico, científico, etc.</p> <p>Se pedirá a los alumnos que cuestionen qué hechos relevantes han llevado a ese hecho reciente, y qué otros hechos aparentemente relacionados no han tenido relevancia en la evolución histórica del hecho reciente.</p> <p>Los conocimientos previos de los alumnos se completarán con la información aportada por el material proporcionado, creando, como resultado del proceso de análisis, un diagrama Causa-Efecto.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se crean grupos de alumnos y se les distribuye el material, por ejemplo, un artículo de periódico que narre un hecho reciente.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	<p>Previo al análisis del material suministrado, y en base al hecho descrito, los grupos, mediante un <i>brainstorming</i> basado en sus conocimientos previos, han de proponer un listado de posibles hechos relevantes hasta llegar al hecho reciente.</p> <p>El listado generado por el grupo 1 se denominará listado-G1, y así sucesivamente.</p>	AA3

<sup>20</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/causa.html>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 3.</b>	<p>Se intercambian los listados listado-Gx entre los grupos (en el sentido de las agujas de reloj).</p> <p>Cada grupo ha de validar el listado listado-Gx proveniente de otro grupo, con la información contenida en el texto, cuestionando aquellos elementos relevantes y no relevantes de la propuesta listado-Gx. Además, se ha de completar el listado-Gx con aquellos hechos que falten respecto a los enumerados en el texto.</p> <p>Se dispondrá de otras fuentes de información adicionales como internet o bibliografía, para validar aquellos elementos que así lo requieran.</p>	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	<p>El profesor proporciona un diagrama causa-efecto<sup>21</sup> a cada grupo, donde los alumnos han de debatir, arreglar y cuestionar los elementos identificados y sus relaciones causales.</p>	AA2 AA3
<b>Actividad 5.</b>	<p>Cada grupo presentará sus conclusiones sobre el listado-Gx, sus motivaciones para aceptar, rechazar o arreglar los elementos relevantes propuestos, así como el diagrama causa-efecto correspondiente.</p>	AA5 AA6
<b>Actividad 6.</b>	<p>La clase debatirá y consensuará las propuestas de los grupos.</p> <p>El proceso de discusión y debate será articulado por el profesor.</p>	AA7 AA8 AA9

En la adaptación de la ficha independiente del dominio IDC 11 para el dominio del aprendizaje de la programación, se toma como hecho reciente de impacto en la clase, un ejercicio resuelto tipo examen conformado por su enunciado y su solución. Los alumnos han de cuestionar qué parte del código fuente implementa qué requerimiento del enunciado. Esta acción se realizará gracias a los conocimientos previos que los alumnos han de tener para afrontar con éxito la resolución del problema.

Tabla 36. DC11 - Actividad del undécimo objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se presenta al aula un enunciado de examen y su resolución correcta.</p> <p>Se pedirá a los alumnos que cuestionen respecto al enunciado, qué palabras, frases o decisiones, basadas en su conocimiento, se corresponden con cada sección del código.</p> <p>Los conocimientos previos de los alumnos se completarán con la información aportada por el material proporcionado, creando un diagrama causa-efecto que relacione partes significativas del enunciado con su resolución.</p>
--------------------------------	--

<sup>21</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/archivos/4relaciones/Relaciones4.pdf>

<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se crean grupos de alumnos y se les distribuye el enunciado y su resolución.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	<p>Previo al análisis del material suministrado, y en base al enunciado, los grupos mediante un <i>brainstorming</i> basado en sus conocimientos previos, han de proponer un listado en alto nivel como un acercamiento posible a la solución del problema descrito en el enunciado.</p> <p>El listado generado por el grupo 1 de denominará listado-G1, y así sucesivamente.</p>	AA3
<b>Actividad 3.</b>	<p>Se intercambian los listado-Gx entre los grupos (en el sentido de las agujas de reloj).</p> <p>Cada grupo ha de validar el listado listado-Gx proveniente de otro grupo, con la resolución del problema proporcionado, cuestionando aquellos elementos relevantes y no relevantes de la propuesta listado-Gx. Además, se ha de completar el listado-Gx con aquellas secciones de código que falten respecto a los utilizados en la codificación del problema.</p> <p>Se dispondrá de otras fuentes de información adicionales como internet o bibliografía, para validar aquellos elementos que así lo requieran.</p>	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	El profesor proporciona un diagrama causa-efecto <sup>22</sup> a cada grupo, donde los alumnos han de debatir, arreglar y cuestionar los elementos identificados y sus relaciones causales (entre enunciado e implementación).	AA2 AA3
<b>Actividad 5.</b>	Cada grupo presentará sus conclusiones sobre el listado listado-Gx, sus motivaciones para aceptar, rechazar o arreglar las secciones contenidas en el código propuesto, así como el diagrama causa-efecto correspondiente.	AA5 AA6
<b>Actividad 6.</b>	<p>La clase debatirá y consensuará las propuestas de los grupos.</p> <p>El proceso de discusión y debate será articulado por el profesor.</p>	AA7 AA8 AA9

**Sección Evaluación.** La evaluación de los ocho objetivos educativos del segundo nivel de agrupación, se realizará con técnicas de evaluación tipo E2, E3 y E4, mostradas en la Tabla 102 (se descarta E1 por ser más cercana a los niveles inferiores de la taxonomía de Bloom). Además de estas tareas, se puede realizar un ejercicio similar al de la actividad que desarrolla el objetivo educativo. Esto permite poner de nuevo en

<sup>22</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/archivos/4relaciones/Relaciones4.pdf>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

práctica los verbos desarrollados en cada objetivo educativo y por lo tanto evaluar una mayor destreza en su utilización.

#### 3.5.1.3 Objetivos educativos del subnivel Análisis de Principios Organizacionales

Como última agrupación de objetivos educativos, se tiene el subnivel 3 – “análisis de principios organizacionales” compuesta por 5 objetivos educativos, donde se analizan las influencias que diferentes agentes externos tienen en la organización de los elementos y de sus relaciones. Estos agentes externos pueden ser opiniones de autor, un estado del arte que influya en las estructuras y relación de los hechos, etc. Los cinco objetivos educativos junto a los verbos que los desarrollan han sido presentados en la Tabla 12.

**Objetivo (12):** “Habilidad para analizar, en un estado del arte en particular, la relación de materiales y mecanismos de producción, para los elementos y para la organización”.

El objetivo educativo doce se alcanza mediante el desarrollo de los verbos *crear diagramas, inspeccionar y ordenar*. La actividad colaborativa en formato ficha, IDC12 se muestra en la Tabla 37.

Prerrequisitos: Los alumnos han de estar familiarizados con organizadores gráficos tipo orden y secuencia<sup>23</sup>, o modelos de búsqueda de información<sup>24</sup>, además, de tener conocimientos previos sobre principios organizacionales, y/o sobre procesos industriales.

Tabla 37. IDC12 - Actividad del duodécimo objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Dado un tema de interés o relevancia para el dominio en el que los alumnos se estén formando, los alumnos crearán un diagrama con la información relevante, prestando atención a: orden de los elementos, jerarquía de personas, relevancia de los elementos o personas, etc.</p> <p>Se propone la utilización de diagramas tipo Orden y Secuencia o modelos de Búsqueda de Información.</p> <p>Los temas propuestos pueden ser relativos a uno de los siguientes conceptos: instituciones políticas, fabricación industrial, organización empresarial, o cualquier proceso u organización compleja en la que diversas personas, materiales, o procesos requieran de un orden jerárquico y/o secuencial para su correcto funcionamiento o construcción.</p>
--------------------------------	--

<sup>23</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/orden.html>

<sup>24</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/busqueda.html#>

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se crean grupos de alumnos y se les propone un tema común sobre el que investigar su estado del arte. Se les proporciona diversas fuentes de información.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los grupos investigarán el estado del arte del tema, prestando especial atención a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cómo se implementa la organización, producto o elemento.</li> <li>• Orden de los elementos según su relevancia. Estos elementos pueden ser partes o personas.</li> </ul> Atendiendo a la información obtenida, se realizará un modelo gráfico con la información más relevante. Los modelos gráficos a utilizar pueden ser del tipo: orden y secuencia o modelos de búsqueda de información.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Cada grupo presentará su modelo gráfico tipo orden y secuencia o búsqueda de información.	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	El aula elegirá el modelo gráfico que mejor y más completa información aporte sobre el problema analizado. El proceso de discusión será moderado por el docente.	AA7 AA8 AA9

La transformación de la IDC12 para el dominio del aprendizaje de la programación se muestra en la Tabla 38, donde los alumnos han de analizar las estructuras dinámicas de información tipo: pilas, colas y listas, para crear diagramas que faciliten su entendimiento.

Tabla 38. DC12 - Actividad del duodécimo objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se pide a los alumnos que analicen las estructuras dinámicas de información pilas, listas y colas. Los alumnos crearán un diagrama de las estructuras analizadas, ilustrando, mediante diagramas adicionales, las acciones más típicas sobre dichas estructuras.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se crean grupos de alumnos y se les propone investigar las estructuras dinámicas de información pilas, listas y colas. Se les proporciona diversas fuentes de información.	AA1 AA2

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 2.</b>	Los grupos investigarán el estado del arte del tema, prestando especial atención a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cómo se implementa la organización de la estructura dinámica.</li> <li>• Ilustrar las acciones de inserción, borrado, recorrido, etc.</li> </ul> Atendiendo a la información obtenida, se realizará un modelo gráfico con la información más relevante.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Cada grupo presentará su modelo gráfico para cada uno de los tipos de estructura dinámica.	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	El aula elegirá el modelo gráfico que mejor y más completa información aporte sobre el problema analizado. El proceso de discusión será moderado por el docente.	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (13):** “La habilidad para reconocer formas y patrones en la estructura en obras literarias o artísticas, como vía para entender su significado”.

Como se puede apreciar en este objetivo, se persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en la tarea de *adaptar, ajustar, analizar, categorizar y experimentar*. En la Tabla 39 se presenta la IDC 13, estrechamente ligada al tipo de elemento a analizar, tal y como se presenta en los prerrequisitos.

Prerrequisitos: Debido al amplio espectro de tareas a realizar para el desarrollo del objetivo 13, según se trate de: obras literarias, obras de arte tipo arquitectónico, escultura o pintura, así como documentos científicos. El Apéndice A - Criterios de análisis del objetivo educativo trece, presenta un conjunto de criterios a utilizar para el análisis de la obra de arte o texto. Estos criterios solo tienen como fin proporcionar un punto de partida suficientemente amplio, para que los docentes elaboren sus propias listas de criterios.

Tabla 39. IDC13 - Actividad del decimotercer objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Sobre un texto, obra de arte o elemento arquitectónico, se pide a los alumnos que realicen un análisis conforme a los criterios especificados en el “Apéndice A - Criterios de análisis del objetivo educativo trece <u>Apéndice A - Criterios de análisis del objetivo educativo</u> ”. Los criterios son proporcionados por el profesor en forma tabular.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos. Se les distribuye el texto o fotografías de la obra de arte.	AA1 AA2



CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 2.</b>	De acuerdo al tipo de obra, así como de los criterios mostrados en el Apéndice A, se analizará el elemento proporcionado.  Se rellenará la tabla de criterios <sup>25</sup> , proporcionada por el profesor, conforme al cumplimiento del criterio analizado.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Cada grupo presentará a la clase, con el apoyo de la tabla de criterios, la información obtenida en el análisis de la obra.	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	La clase identificará qué análisis de los presentados es más completo, completándolo con aportaciones identificadas por otros grupos. Este proceso será articulado y dirigido por el profesor.	AA7 AA8 AA9
<b>Actividad 5.</b>	Para verificar la utilidad de la tabla obtenida, se proporcionará otro texto u obra de arte del mismo autor a los alumnos, y se aplicará la tabla resultante de la actividad 4. Se experimentará, analizará y ajustará la tabla a través de su puesta en uso con este nuevo ejemplo. Este proceso ha de permitir a los alumnos un análisis más óptimo y ágil del segundo texto u obra de arte.	AA2 AA3

La transformación de la IDC13 para el dominio del aprendizaje de la programación se presenta en la Tabla 40, donde los alumnos han de analizar un código fuente, proporcionado por el profesor, conforme a un conjunto de criterios suministrados en formato tabla. Una vez analizado el primer código, se utilizará la tabla resultante del análisis como vía para el análisis más ágil y óptimo de un nuevo código.

Tabla 40. DC13 - Actividad del decimotercer objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Sobre un código fuente proporcionado por el profesor, se pide a los alumnos un análisis conforme a los siguientes criterios: corrección del tipo de estructuras de iteración, idoneidad de las estructuras de selección, adecuación del tipo y ámbito de variables, idoneidad de subprogramas, correcta elección de las estructuras de información, etc. Los criterios serán proporcionados por el profesor en formato tabla, y los alumnos han de valorar, cada uno de los criterios analizados mediante un tanto por ciento.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos. Se les distribuye el código fuente.	AA1 AA2

<sup>25</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/compreesionTextos.html>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 2.</b>	Los grupos rellenarán la tabla de criterios proporcionada por el profesor, mediante una valoración porcentual de la corrección de los elementos analizados.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Cada grupo presentará a la clase, con el apoyo de la tabla de criterios, la información obtenida en el análisis del código.	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	La clase identificará del conjunto de análisis presentados cuál es el más completo, corrigiendo y añadiendo aquellas aportaciones identificadas por otros grupos. Este proceso será articulado y dirigido por el profesor.	AA7 AA8 AA9
<b>Actividad 5.</b>	Para verificar la utilidad de la tabla obtenida, se proporcionará otro código para aplicar en su análisis la tabla de criterios obtenida en la actividad 4. Se experimentará, analizará y ajustará la tabla a través de su uso con el nuevo ejemplo. Este proceso ha de permitir a los alumnos un análisis más óptimo y ágil del segundo código fuente.	AA2 AA3

**Objetivo (14):** “Habilidad para inferir los objetivos del autor, su punto de vista o rasgos de su pensamiento o sentimientos, tal y como se muestran en su obra. Así como el concepto del autor sobre la ciencia, filosofía, historia o de su obra artística a partir de su trabajo”.

Como se puede apreciar, en este objetivo se persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en la tarea de *calcular*.

Tabla 41. IDC14 - Actividad del decimocuarto objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Tomando artículos de opinión de un mismo autor, provenientes de diferentes fuentes de información, se pide a los alumnos que identifiquen los argumentos utilizados en los artículos y los contrasten con el apoyo de otras fuentes de información. En este contraste se puntuará cada uno de los argumentos según su grado de veracidad, y a través de su media aritmética el artículo o artículos serán valorados en su totalidad. De las puntuaciones obtenidas de los artículos, se calculará el grado de veracidad de las afirmaciones expuestas por el autor sobre el tema expuesto.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos. Se distribuyen artículos de opinión del mismo autor relativos a una noticia de actualidad.	AA1 AA2

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 2.</b>	<p>Se identifican las premisas en las que se basa cada artículo.</p> <p>Con el apoyo de otras fuentes de información se verifican las premisas y se puntúan conforme a su grado de corrección (un porcentaje), así como la fuente utilizada para contrastar la información.</p> <p>Se crea una tabla resultado por artículo, con la premisa, su porcentaje de verosimilitud y la fuente utilizada en su verificación.</p> <p>Finalmente, se calcula un porcentaje de veracidad de cada artículo (media aritmética de los valores en la verificación de las premisas). Además, se argumentan las motivaciones detectadas en el autor.</p>	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Cada grupo, a través de un representante, presenta a la clase sus tablas del análisis de artículos y explica las motivaciones del grupo para dichas calificaciones.	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	<p>Se abre en la clase un debate sobre los distintos análisis presentados, se focaliza en las distintas apreciaciones sobre la motivación del autor y sobre su veracidad en los textos analizados.</p> <p>Este proceso es arbitrado por el profesor.</p>	AA7 AA8 AA9

Para adaptar la ficha IDC14 al dominio del aprendizaje de la programación, se propone una tarea relativa al análisis del orden de soluciones iterativas vs recursivas.

Tabla 42. DC14 - Actividad del decimocuarto objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Dados dos ejercicios implementados mediante recursión e iteración, se pide a los alumnos que analicen el orden de complejidad de ambas soluciones, con el fin de identificar las más rápidas en computación.</p> <p>Para cada pareja de soluciones se calculará su orden de complejidad.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	<p>Se forman grupos de alumnos.</p> <p>Se distribuye una pareja de soluciones, recursiva e iterativa.</p>	AA1 AA2

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 2.</b>	<p>Se calcula el orden de la solución iterativa y recursiva. Con el apoyo de otras fuentes de información se verifican los cálculos. Estas fuentes de información serán proporcionadas en formato ejemplos por el profesor.</p> <p>Se crea una tabla resultado por enunciado, con las valoraciones de cada una de las secciones de código (bucles o recursión), su orden, y fuente utilizada en su verificación.</p> <p>Finalmente, se calcula un orden de cada algoritmo en su totalidad.</p>	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Cada grupo, a través de un representante, presenta a la clase sus tablas del análisis y explica las motivaciones del grupo para dichas calificaciones.	AA5 AA6
<b>Actividad 4.</b>	<p>Se abre en la clase un debate sobre los distintos análisis presentados, focalizando en las distintas apreciaciones sobre el cálculo del orden de complejidad de cada tipo de bucle o bucles anidados, así como de las llamadas recursivas.</p> <p>Este proceso es arbitrado por el profesor.</p>	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (15):** “Habilidad para identificar las técnicas usadas en materiales persuasivos como publicidad, propaganda, etc”.

El decimoquinto objetivo educativo se centra en el desarrollo de los verbos *clasificar*, *identificar* y *seleccionar*. En la Tabla 43 se presenta la tarea colaborativa que implementa la IDC15 para el decimoquinto objetivo.

Prerrequisitos: El alumno ha de estar familiarizado con los dos principales tipos de publicidad; publicidad informativa y publicidad persuasiva, así como con las características que las definen: testimonio, llamamiento de *Bandwagon*<sup>26</sup>, repetición, transparencia, gratis u oferta, generalidades brillantes, sentido común, palabras emotivas, razonamiento, apilando cartas, inmediatez, insinuación, entre otras (Adam, 2000; Bermejo, 2011a; Bermejo, 2011b).

Tabla 43. IDC15 - Actividad del decimoquinto objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se proporcionan a los alumnos varios mensajes de publicidad sobre un mismo producto o servicio.</p> <p>Se pide a los alumnos que identifiquen en grupos las técnicas utilizadas y sus características.</p> <p>Los alumnos han de identificar qué mensaje publicitario sirve mejor para un determinado propósito (indicado por el profesor).</p>
--------------------------------	--

<sup>26</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_arrastre](http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_arrastre)

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos. Se les entrega un mensaje publicitario, ya sea vídeo, audio o texto. Un mensaje diferente a cada grupo sobre el mismo producto o servicio. El profesor indica el objetivo o propósito que ha de cumplir el mensaje publicitario.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de identificar las características en las que se basa o desarrolla el mensaje.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se intercambian los mensajes publicitarios y se repite la actividad de análisis 2. La actividad 3 se realiza tantas veces como mensajes diferentes existan.	AA4 AA3
<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo presenta el mensaje que más se adecúa para el propósito indicado por el profesor, explicando sus características.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	Toda la clase creará un ranquin de mensajes de acuerdo a sus características y a su adecuación para el propósito indicado por el profesor. El profesor tendrá el rol de mediador.	AA7 AA8 AA9

La adecuación de la IDC15 al dominio de la programación se presenta en la Tabla 44, donde, los alumnos analizando un conjunto de enunciados tipo examen, ha de identificar y justificar las estructuras de información más adecuadas para su implementación.

Tabla 44. DC15 - Actividad del decimoquinto objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se proporcionan a los alumnos varios enunciados tipo examen. Se pide a los alumnos que identifiquen grupalmente la información relevante y sus características, indicando qué estructura de información es más adecuada para implementar cada enunciado.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos. Se les entrega un enunciado diferente a cada grupo. El profesor indica el objetivo a cumplir por el enunciado proporcionado.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos han de identificar las características en las que se basa, tales como: estructuras de información, casos base, etc. Además, han de sugerir la estructura de información más adecuada para su implementación.	AA3
<b>Actividad 3.</b>	Se intercambian los enunciados y se repite la actividad de análisis 2. La actividad 3 se realiza tantas veces como enunciados diferentes existan.	AA4 AA3

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo presenta la estructura de información que más se adecúa para el propósito indicado por el profesor, explicando sus características.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	Toda la clase creará un ranquin de enunciados de acuerdo a sus características y a su adecuación para el propósito indicado por el profesor. El profesor tendrá el rol de mediador.	AA7 AA8 AA9

**Objetivo (16):** “Habilidad para reconocer el punto de vista o tendencia en un escritor a través de su *background* o perspectiva histórica”.

El objetivo decimosexto persigue el desarrollo de la habilidad cognitiva del alumno en la tarea de *criticar* y *preguntar*. La tarea que desarrollan colaborativamente estos verbos está presentada en la Tabla 45 que implementa la IDC16.

Prerrequisitos: Resulta conveniente que los alumnos tengan un *background* previo del autor a analizar, así como estar familiarizados con las representaciones externas de información más comúnmente utilizadas para el análisis de textos, como pueden ser las tablas<sup>27</sup>.

Tabla 45. IDC16 - Actividad del decimosexto objetivo

<b>Descripción de la Tarea</b>	Se dispondrá de una colección de artículos de un autor específico. Se analizan los artículos buscando las críticas que contienen, así como su fundamento en hechos u opiniones.  Se creará una tabla con tantas filas como hechos u opiniones contenta cada artículo. Cada fila contendrá un hecho u opinión, así como una crítica o reflexión acerca de los motivos del autor. Del conjunto de críticas o reflexiones se obtendrá el punto de vista del autor.	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>
<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos. Se les asigna un conjunto de artículos del autor a cada grupo.	AA1 AA2

<sup>27</sup> <http://tic.sepdf.gob.mx/micrositio/micrositio3/comprensionTextos.html>

CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos de cada grupo han de repartirse los artículos, y analizarlos entre pares. Rellenarán la tabla con el título del artículo, los hechos y opiniones enunciados. Cada par de alumnos explicará, al resto del grupo, qué criterio ha utilizado para identificar los hechos y opiniones. Se obtendrá, por tanto, una tabla con todos los artículos analizados, con sus hechos y opiniones identificados. Sobre cada opinión del autor ha de emitir una frase que la describa.	AA3
<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo, expondrá a la clase, artículo por artículo las, opiniones encontradas, así como la frase que describa la opinión global del autor.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	Sobre las opiniones globales mostradas por grupos, se creará una frase que describa la opinión del autor. Se procederá votando las frases de los grupos, y de aquella elegida como mejor candidata, se completará con la información significativa del resto de aportaciones.	AA7 AA8 AA9

Para obtener de la última ficha DC, se propone un acercamiento en la identificación y crítica de los paradigmas de programación procedimental y programación orientada a objetos. El alumno buscará similitudes entre subprogramas y métodos, y establecerá una crítica sobre cada paradigma.

Tabla 46. DC16 - Actividad del decimosexto objetivo - dominio de la programación

<b>Descripción de la Tarea</b>	<p>Se dispondrá de una colección de códigos que implementen el mismo ejercicio (al menos dos ejercicios diferentes), uno realizado en programación procedimental y otro bajo orientación a objetos.</p> <p>Se analizan los códigos buscando los fundamentos y estilos de programación. Se prestará especial atención a los subprogramas y métodos que contengan cada código.</p> <p>Se creará una tabla por código con tantas filas como subprogramas o métodos tengan los códigos, así como sus argumentos. Cada fila contendrá un subprograma, así como una reflexión sobre su idoneidad para la realización del programa.</p> <p>Del conjunto de reflexiones se obtendrá una idea sobre la experiencia del autor en el paradigma de programación analizado. Además, se criticará la idoneidad de los acercamientos según su paradigma.</p>	
<b>Código Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Código Acción Atómica</b>

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

<b>Actividad 1.</b>	Se forman grupos de alumnos. Se les asigna dos códigos que implementan el mismo ejercicio bajo el paradigma procedimental y la programación orientada a objetos.	AA1 AA2
<b>Actividad 2.</b>	Los alumnos de cada grupo han de repartirse los artículos, y analizarlos entre pares. Rellenarán la tabla con el título del código, los subprogramas o métodos utilizados, junto con sus argumentos. Cada par de alumnos explicará al resto del grupo su tabla resultante. Se obtendrá por tanto una tabla grupal con los dos códigos analizados, sus subprogramas o métodos y argumentos.	AA3
<b>Actividad 4.</b>	Cada grupo, expondrá a la clase cada pareja de códigos bajo los dos paradigmas, junto con la equivalencia, si existiera, sobre los subprogramas de un código y los métodos del otro.	AA5 AA6
<b>Actividad 5.</b>	Sobre las equivalencias y críticas identificadas en los códigos se creará una frase que describa la adecuación del código como solución al problema fijado. Se procederá votando los códigos más idóneos para cada problema, obteniéndose un primer acercamiento al paradigma de programación orientado a objetos y semejanza con el paradigma de programación procedimental.	AA7 AA8 AA9

**Sección Evaluación.** Para evaluar los cinco objetivos de mayor complejidad cognitiva pertenecientes al subnivel "Análisis de Principios Organizacionales", se proponen los tipos de evaluación E2, E4 y E5 contenidos en la Tabla 102. Estos tres tipos de evaluaciones permiten desde la evaluaciones están expresamente diseñadas para el nivel de análisis, y por tanto son más adecuados para los objetivos educativos de mayor nivel de complejidad. Además, se propone la realización de ejercicios similares a los propuestos en las IDCs, con el fin de evaluar el nivel de adquisición de las destrezas desarrolladas en las IDC del subnivel.

#### 3.5.2 Ilustración de la utilización de CIF para el dominio del aprendizaje de la programación

Con el fin de ilustrar la utilización de CIF en el aula, así como proporcionar un mayor entendimiento de la dinámica de las actividades, se simula la aplicación de la ficha dependiente del dominio DC1, por lo tanto todos los resultados provenientes de las interacciones de los alumnos son simulados. Se ha elegido esta ficha ya que es sobre la que se ha llevado la experimentación de esta memoria de tesis doctoral, sirviendo además para la creación de la plataforma informática que da soporte a CIF para el dominio del aprendizaje de la programación.



### CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

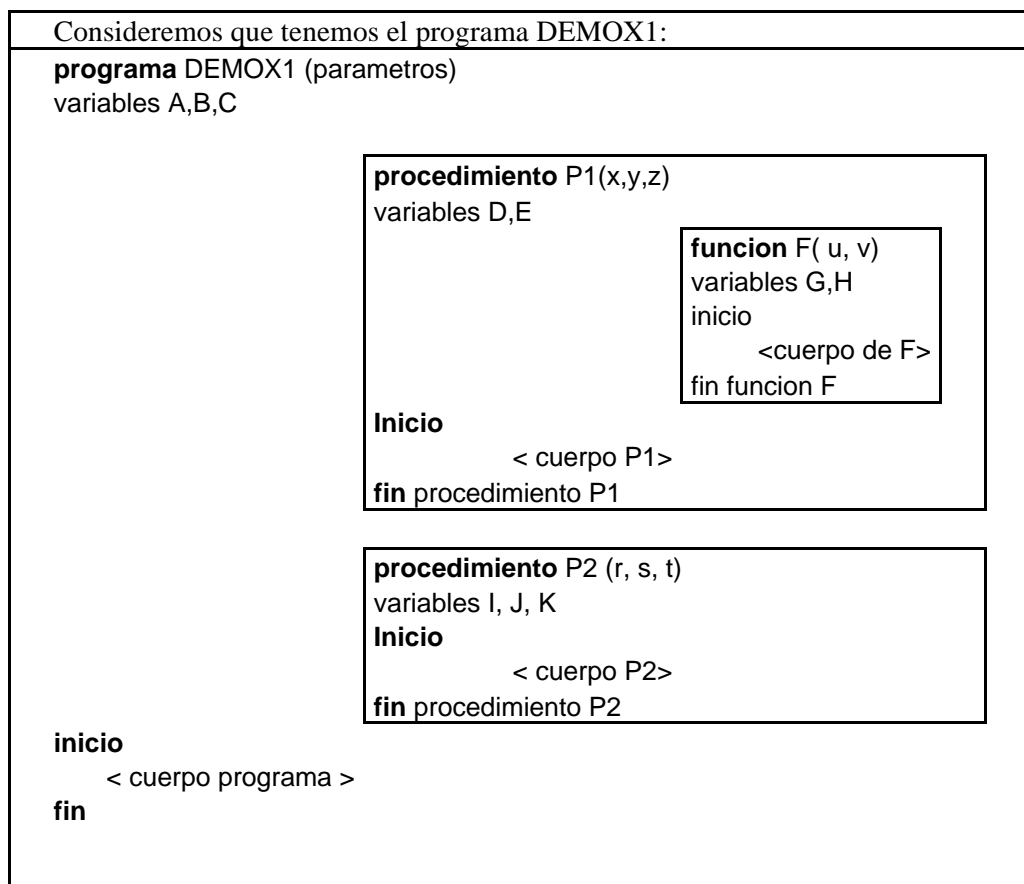
Con el objetivo de acotar el desarrollo de la explicación, definimos un escenario simulado mínimo: se propone un aula formada por cuatro alumnos, agrupados dos a dos, en el grupo A y grupo B. Además, se dispone de dos fragmentos de código fuente sobre el ámbito y vigencia de identificadores (variables, procedimientos y funciones) denominados enunciado 1 y enunciado 2.

Recordemos brevemente los conceptos de ámbito y vigencia. Un objeto está vigente en el bloque de código en el que está definido y en todos los bloques interiores a él. El ámbito (o visibilidad) de un identificador son los bloques del código en los que se puede acceder a un objeto. En un lenguaje de programación como es Pascal, el ámbito de un identificador es el bloque del subprograma en el que está definido, incluyendo todos los bloques interiores a él, excepto en los bloques interiores donde exista un identificador idéntico que lo oculte.

En la Tabla 47 y Tabla 48 se muestra el enunciado 1 y enunciado 2 respectivamente. Estos enunciados han sido preparados por el profesor para su utilización en la actividad colaborativa IDC1 del marco CIF.

Con estos enunciados se simula el procedimiento a seguir para aplicar las ficha dependiente del dominio (DC1) que se desarrolla para el objetivo educativo 1 del marco instruccional. Comenzando por la secuencia de actividades que implementan la tarea se tiene:

Tabla 47. Enunciado 1 para la DC1



### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

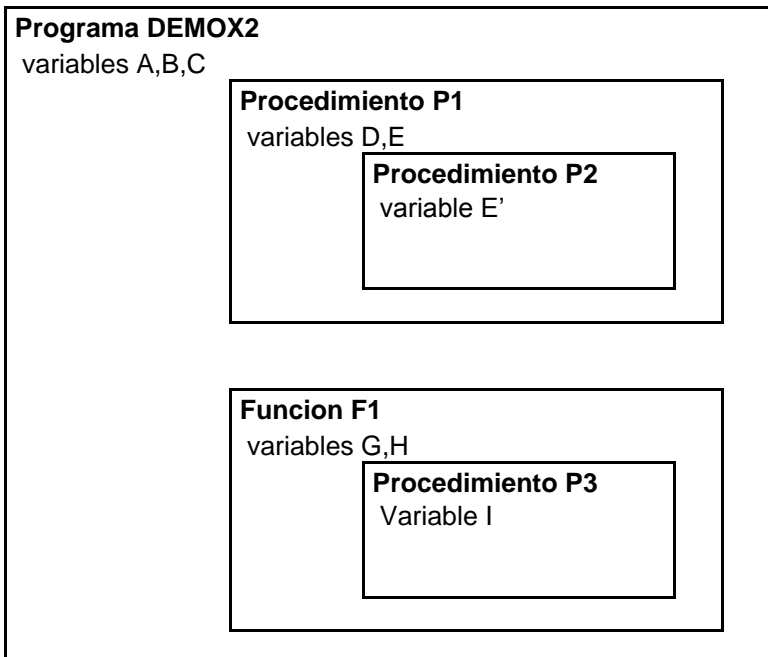
Se pide identificar todos los elementos, así como su ámbito y vigencia, rellenando la tabla siguiente (utilizar tantas líneas como sea necesario):

- La columna ejecución se rellenará con los procedimientos y funciones que existan en el enunciado.
- En cada fila de la columna "Identificadores conocidos", se pondrán los elementos ya sean procedimientos, funciones, variables o argumentos que sean accesibles desde el procedimiento o función escrito en la columna ejecución.

Ejecución	Identificadores conocidos (variables, procedimientos y funciones)

Tabla 48. Enunciado 2 para la DC1

Supongamos que tenemos el programa DEMOX2:



Nota: Las variables E y E' tienen el mismo nombre, habiendo usado esta nomenclatura para poder referenciarlas de una forma más cómoda.

Se pide identificar todos los elementos, así como su ámbito y vigencia, rellenando la tabla siguiente (utilizar tantas líneas como sea necesario):

La columna ejecución se rellenará con los procedimientos y funciones que existan en el enunciado.

En cada fila de la columna "Identificadores conocidos", se pondrán los elementos, ya sean procedimientos, funciones, variables o argumentos que sean accesibles desde el procedimiento o función escrito en la columna ejecución.

Ejecución	Identificadores conocidos (variables, procedimientos y funciones)

**Actividad 1.** Se forman dos grupos de alumnos, grupo A y grupo B, a los cuales se asigna enunciado 1 y enunciado 2 respectivamente.

Llegados a este punto, los alumnos ya tienen, en papel o por otro medio digital, el enunciado sobre el que van a tener que trabajar.

**Actividad 2.** Cada grupo se encargará de distinguir/diferenciar el ámbito y vigencia de los identificadores que contiene el programa asignado.

Tras la realización de la actividad 2, se tendrán los resultados mostrados en las tablas: Tabla 49 y Tabla 50 (resultados simulados y con errores para poder ilustrar todo el ciclo de las actividades).

Tabla 49. Resultado Grupo A sobre enunciado 1

Ejecución	Identificadores conocidos (variables, procedimientos y funciones)
Cuerpo Programa DEMOX1	A, B, C, P1, P2
Cuerpo Procedimiento P1	E, x, y, z, F, P1
Cuerpo Función F	G, H, x, y, z, u, v, F, P1
Cuerpo Procedimiento P2	I, J, K, r, s, t, P1, P2

Tabla 50. Resultado Grupo B sobre enunciado 2

Ejecución	Identificadores conocidos (variables, procedimientos y funciones)
Cuerpo Programa DEMOX2	A, B, C, P1, F1
Cuerpo Procedimiento P1	A, B, C, D, E, P2
Cuerpo Procedimiento P2	A, B, C, D, E, E'
Cuerpo Función F	A, B, C, G, H, P3
Cuerpo Procedimiento P3	A, B, C, G, H, I

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

En ambos resultados (Tabla 49 y Tabla 50) se puede apreciar como los alumnos han cometido errores. En la primera tabla perteneciente al grupo A (Tabla 49), se aprecia como el concepto de variable global no está claro por parte de los alumnos, habiendo omitido en todas las filas (salvo la primera) las variables globales A, B y D, entre otras. En el resultado del grupo B (Tabla 50), se aprecia cómo los alumnos no tienen claro que, cuando existen dos variables con el mismo nombre, solo es visible aquella más cercana a su invocación, es decir E no es visible.

**Actividad 3.** Se intercambiarán los enunciados entre los grupos, y se realizará la actividad 2 de nuevo.

Una vez realizada la actividad 3, se obtiene el análisis del enunciado 1 por parte del grupo B y del enunciado 2 por parte del grupo A.

A continuación mostramos el resultado de la actividad 3 de ambos grupos (de nuevo, resultados simulados y con errores para poder ilustra todo el ciclo de las actividades).

Tabla 51. Resultado Grupo A sobre enunciado 2

Ejecución	Identificadores conocidos (procedimientos y funciones)
Cuerpo Programa DEMOX2	A, B ,C ,P1, F1
Cuerpo Procedimiento P1	D, E, P2
Cuerpo Procedimiento P2	E'
Cuerpo Función F	G, H, P3
Cuerpo Procedimiento P3	I

Tabla 52. Resultado Grupo B sobre enunciado 1

Ejecución	Identificadores conocidos (variables, procedimientos y funciones)
Cuerpo Programa DEMOX1	A, B, C, P1, P2
Cuerpo Procedimiento P1	A, B, C, D, E, x, y, z, F, P1
Cuerpo Función F	A, B, C, D, E, G, H, x, y, z, u, v, F, P1
Cuerpo Procedimiento P2	A, B, C, I, J, K, r, s, t, P1, P2

Continuando con la puesta en común de los resultados, se realiza la siguiente actividad indicada en la DC1.

**Actividad 4.** Una vez analizado los enunciados, por los grupos, se pondrán en común los resultados obtenidos.

Se compararán los resultados obtenidos de analizar el enunciado 1 por el grupo A y por el grupo B.

Una vez realizado este análisis, se compararán los resultados obtenidos de analizar el enunciado 2 por ambos grupos.

En cada comparación de resultados, se buscará un consenso en cuanto a un resultado unificado.

Esta puesta en común involucrará a los miembros participantes en el análisis de los enunciados.

### CAPÍTULO 3. COLLABORATIVE INSTRUCTIONAL FRAMEWORK CIF

En el escenario que se está utilizando, los cuatro alumnos ya han analizado los dos enunciados. Una vez realizada la actividad 4, se obtendrá como resultado dos tablas consensuadas mostradas en las Tabla 53 y Tabla 54. Para identificar más fácilmente los desacuerdos, se resaltan en negrita, y se les añade un subíndice (A o B) para identificar su origen y permitir su trazabilidad.

Tras la interacción de los cuatro alumnos sobre el enunciado 1 y el enunciado 2, en la Tabla 53 y Tabla 54 se muestran los resultados consensuados.

Tabla 53. Tabla consensuada sobre el enunciado 1

Ejecución	Identificadores conocidos (variables, procedimientos y funciones)
Cuerpo Programa DEMOX1	A, B, C, P1, P2
Cuerpo Procedimiento P1	A, B, C, D, E, x, y, z, F, P1
Cuerpo Función F	A, B, C, D, E, G, H, x, y, z, u, v, F, P1
Cuerpo procedimiento P2	A, B, C, I, J, K, r, s, t, P1, P2

Tabla 54. Tabla consensuada sobre el enunciado 2.

Ejecución	Identificadores conocidos (procedimientos y funciones)
Programa DEMOX2	A, B, C, P1, F1
Procedimiento P1	A, B, C, D, E, P2
Procedimiento P2	A, B, C, D, E, <b>E<sub>B</sub>'</b>
Función F	A, B, C, G, H, P3
Procedimiento P3	A, B, C, G, H, I

**Actividad 5.** Aquellos desacuerdos a los que no se ha llegado a una postura en común entre los grupos, se debatirá en el aula para intentar fijar la idoneidad de ese punto del acercamiento o no, siendo esta una tarea coordinada y apoyada por el profesorado.

Simulación de las observaciones realizadas por el profesor y su rol en las actividades finales:

El profesor observa los resultados creados por cada grupo para los dos enunciados. A través de la observación de los resultados creados por el grupo A (Tabla 49 y Tabla 51), se aprecia que los alumnos del grupo no han entendido el concepto de variable global, tomando nota el profesor para comprobar si esta duda ha sido solventada en el debate final. Respecto a los resultados creados por el Grupo B (Tabla 50 y Tabla 52), se puede apreciar que los alumnos han conseguido asimilar más correctamente el concepto de vigencia de los identificadores. No obstante, en la Tabla 50, la aparición de la variable E' denota que el conocimiento del ámbito de identificadores requiere posteriores matizaciones.

Una vez analizados los resultados grupales, en una siguiente actividad, se analizan los resultados puestos en común por todos los alumnos del aula. Del análisis realizado por el grupo A y por el grupo B sobre los enunciados enunciado 1 y enunciado 2, únicamente persisten desacuerdos en el identificador **E<sub>B</sub>'** (Tabla 54). Motivado por este

### 3.5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CIF

desacuerdo, el profesor pedirá al grupo B, autor de la aportación, una argumentación y una contra argumentación por parte del grupo A.

Si una vez realizadas las argumentaciones no se llegase a una conclusión lógica final, será el profesor, mediante una explicación, quien describa las razones por las cuales no debe existir ese elemento.

Cuando ya se ha llegado a un acuerdo total, el profesor hará hincapié en aquellos errores que ha detectado en las soluciones propuestas, con el objetivo de fijar conceptos.

La presente ilustración del funcionamiento simulado en la aplicación de la ficha DC1 en el aula, permite al lector identificar las características y la dinámica típica del marco instruccional colaborativo CIF.

### 3.6 Resumen

En este capítulo se ha presentado la aportación principal de esta memoria de tesis doctoral, a través de un marco instruccional colaborativo denominado CIF basado en el nivel de análisis de la taxonomía de Bloom. Para acotar su desarrollo a un nivel concreto de la taxonomía de Bloom, se han identificado los niveles intermedios de la taxonomía como los más adecuados, atendiendo al tipo de objetivos educativos que se desarrollan, el tipo de verbos utilizados en el nivel, así como su potencial para realizar actividades colaborativas. Teniendo como principales candidatos los niveles de aplicación y análisis, y de acuerdo a los criterios expuestos, se ha seleccionado el cuarto nivel o nivel de Análisis de la taxonomía de Bloom. Por tanto, CIF desarrolla los objetivos educativos del nivel de análisis de la taxonomía de Bloom colaborativamente.

Como parte central del capítulo se presentan el desarrollo detallado de cada uno de los dieciséis objetivos educativos del nivel de Análisis bajo un acercamiento colaborativo. Se propone un formato de ficha, denominada ficha independiente del dominio de aprendizaje (*Independent Domain Card*, IDC) por cada objetivo pedagógico. Además, se aplica CIF para el dominio del aprendizaje de la programación, presentándose las dieciséis fichas guías para ese dominio, denominadas fichas guías dependientes del dominio (*Domain Card*, DC). Cada DC se obtiene vía la aplicación de una IDC a un dominio particular.

Por último, y con el objetivo de ilustrar su utilización, se simula la utilización de la primera ficha de CIF para el dominio del aprendizaje de la programación (DC1) en el aula, más concretamente la ficha DC1 desarrolla el aprendizaje colaborativo del ámbito y vigencia de identificadores en el lenguaje procedimental PASCAL.

## Capítulo 4. Herramientas desarrolladas de soporte a CIF.

*En este capítulo se presenta la plataforma computacional desarrollada para comprobar la viabilidad y calidad del marco instruccional CIF. La plataforma denominada MoCAS, se centra en el dominio del aprendizaje de la programación, implementando todas las acciones atómicas que conforman CIF. En su descripción se presta especial atención a su contribución en la instrucción de una clase colaborativa guiada por CIF. MoCAS ha sido utilizada en experimentación con el fin de evaluar su aportación en la dimensión eficacia del aprendizaje y motivación frente a otros acercamientos pedagógicos. De la experimentación se ha obtenido información que ha permitido la evolución y mejora de la herramienta en sus tres versiones. Por último, se presentan otras herramientas desarrolladas, y se identifican las contribuciones con base tecnológica que permiten alcanzar los objetivos parciales de esta memoria.*





## 4.1 Motivación

Para facilitar la utilización de CIF, y así poder comprobar su viabilidad y calidad, se ha desarrollado una plataforma informática que da soporte computacional a la primera ficha guía de dominio (DC1) para el dominio del aprendizaje de la programación, presentada en el capítulo anterior. La plataforma, denominada MoCAS (*Mobile Collaborative Argument Support*), implementa el conjunto de acciones atómicas que permiten modelar CIF para el aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores en programación procedimental.

En la creación de los diferentes prototipos de MoCAS ha sido determinante la necesidad de explorar diversos dispositivos *hardware* y arquitecturas *software*. MoCAS se ha desarrollado a través de tres prototipos con funcionalidad creciente, en dos de sus versiones (versión 1 y versión 3) ha sido evaluada de forma experimental junto con CIF frente a otras aproximaciones pedagógicas (Serrano Cámara et al., 2012), (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Alcover, et al., 2014) en el dominio del aprendizaje de la programación en CS1 en asignaturas de introducción a la programación. De la experimentación, desarrollada en profundidad en el capítulo 4, se ha obtenido un amplio *feedback* que ha permitido la ampliación y mejora de funcionalidades, permitiendo su progresivo refinamiento.

Además de MoCAS, se ha desarrollado otra herramienta denominada TACAC (Trazas de Programas en Ambientes Colaborativos de Aprendizaje con Computación Móvil) que, aunque no se ha utilizado en experimentación, sí ha sido integrada en la versión web de MoCAS (versión 3).

No obstante, cabe remarcar que aunque CIF es de propósito general, las herramientas MoCAS y TACAC han sido creadas para un dominio de aprendizaje específico. No obstante, con el propósito de proporcionar un soporte informático más completo a CIF, se ha explorado su modelado mediante lenguajes instruccionales, que permiten su inclusión en entornos de aprendizaje virtual como Moodle denominando al nuevo CIF, CIF-L (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Ahijado-Sánchez, et al., 2014) .

Los contenidos de este capítulo se estructuran de la siguiente forma: primero, se discute sobre las funcionalidades necesarias para la creación de herramientas CSCL y su adecuación al marco instruccional CIF; segundo, se presentan los elementos *hardware* necesarios y la arquitectura *software* para nuestra propuesta de herramienta CSCL denominada MoCAS; tercero, se ilustra la instrucción de una clase colaborativa basada en CIF y soportada con la herramienta MoCAS; cuarto, se presenta la herramienta MoCAS en su evolución, llevándola a convertirse en una plataforma multi-modal; quinto, se introduce un modelado de CIF mediante lenguajes de modelado instruccional para su implantación en plataformas de *e-learning*; y por último, se describen otras herramientas desarrolladas bajo el paraguas de esta memoria de tesis doctoral y como precursoras de MoCAS.

## 4.2. DISCUSIÓN SOBRE FUNCIONALIDADES INFORMÁTICAS NECESARIAS PARA CSCL Y CIF

### 4.2 Discusión sobre funcionalidades informáticas necesarias para CSCL y CIF

En la enseñanza de la programación se usa una gran variedad de herramientas, desde simples tests a entornos de programación, pasando por visualizadores de programas, depuradores, etc.

Existe una estrecha relación entre los niveles de aprendizaje de la taxonomía de Bloom y las actividades planteadas a los alumnos, apoyadas en nuestro caso mediante herramientas de programación adecuadas. Coincidimos con Ramón Pérez Juste en que “el gran medio que debe diseñar el profesorado se concentra en las actividades que deberán realizar los alumnos para lograr los objetivos. Tales actividades deberán ser adecuadas a la naturaleza de estos objetivos: no se alcanza del mismo modo un objetivo como el de diseñar un proyecto que como el de analizar datos o el de interpretar resultados” (Pérez, 2002).

En cuanto al grado de experimentación en el proceso de aprendizaje, Herron realiza la clasificación mostrada en la Tabla 55 (Herron, 1971). Se pueden observar los distintos niveles de experimentación (de menor a mayor grado). El nivel de “Demostración” se corresponde con el nivel de Comprensión de la taxonomía de Bloom; el nivel de “Ejercicio” con el nivel Aplicación; “Indagación planificada” con el nivel de Análisis e “Indagación abierta” con el nivel de Síntesis de Bloom. Por ser el nivel de Análisis, el nivel utilizado para la creación de nuestro marco instruccional, nos hemos centrado en el grado de experimentación “Indagación planificada”.

Tabla 55. Niveles de experimentación de Herron.

	<b>Objetivos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Método</b>	<b>Respuesta</b>
<b>Demostración</b>	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo
<b>Ejercicio</b>	Fijo	Fijo	Fijo	Flexible
<b>Indagación planificada</b>	Fijo	Fijo en todo o parte	Flexible o fijo en parte	Flexible
<b>Indagación abierta</b>	Fijo	Flexible	Flexible	Flexible
<b>Proyecto</b>	Flexible	Flexible	Flexible	Flexible

Para la creación de herramientas CSCL, Kokchmann et al. proponen un conjunto de consideraciones a tener en cuenta (Koschmann, 1996), como: el diseño debe estar basado en modelos de aprendizaje e instrucción, y tenidos en cuenta a lo largo de todo el proceso de implementación; las especificaciones del sistema han de tener en cuenta las limitaciones tecnológicas; los diseños deben ser suficientemente flexibles para adaptarse a las necesidades de los usuarios (profesores y alumnos). A un nivel de mayor concreción, Hernán (Hernán-Losada, 2012) en un trabajo basado en Nap et al. (Naps et al., 2003), presenta un conjunto de seis características encaminadas tanto a enfocar la herramienta CSCL a un nivel de la taxonomía de Bloom (característica 1, 2 y 3), como al aumento del potencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje (características 4, 5 y 6), siendo: 1- la herramienta debe centrarse en uno o pocos conceptos; 2- una herramienta puede dar soporte de igual manera a la teoría y a la práctica; 3- una

herramienta puede ofrecer ayuda para alcanzar distintos niveles de la taxonomía de Bloom; 4- la herramienta debe involucrar al alumno; 5- la herramienta debe ser fácil de usar para el profesor; y 6- la herramienta debe incluir elementos hipermedia que ayuden al éxito en la comprensión de la teoría y la realización de problemas. Además de estas características, Hernán, basándose en la clasificación realizada por Herrón, sugiere un conjunto de funcionalidades que las herramientas han de cubrir para el nivel Indagación planificada o Análisis, como; crear, modificar y borrar partes de un programa, de manera que se pueda analizar el efecto que estas acciones tienen en su conjunto. Por tanto, en el nivel de análisis un alumno deberá manejar, descomponer y reestructurar programas (si el dominio que nos ocupa es el aprendizaje de programación).

Estas seis características junto con las propuestas de funcionalidades indicadas por Hernán han servido de guía para la implementación de las herramientas presentadas a continuación (Serrano Cámara, 2011).

### 4.3 Arquitectura hardware y software

La implementación de MoCAS se basa en una arquitectura cliente/servidor. El servidor se ha desarrollado con Microsoft *.NET Framework* y lenguaje de programación C#. Los clientes se han desarrollado con diferentes tecnologías seleccionadas según las nuevas funcionalidades a cubrir, así como el tipo de plataforma *hardware*. En la versión 1 de MoCAS los clientes se desarrollaron en Microsoft *.Net Compact Framework*, mientras que en la versión 2 se utilizó Microsoft *.NET Framework* junto a su nuevo API *Windows Presentation Foundation* (WPF) y en la versión 3 se utilizó Servlets, JSPs, Ajax y HTML.

La utilización de MoCAS en el aula requiere de dispositivos *hardware* que se encuentran habitualmente en las aulas de teoría. Para el servidor de MoCAS se requiere un PC de sobremesa, ordenador portátil o una tableta con Sistema Operativo Windows. Los clientes, dependiendo de las versiones de la plataforma, van incrementando su variedad desde PDAs, Smartphone, tabletas, portátiles, hasta PCs de sobremesa. Para las comunicaciones, y en aras de facilitar la movilidad, se requiere de una red Wifi, implementada, por ejemplo, por un punto de acceso inalámbrico. Finalmente, para las explicaciones del profesor, así como las fases finales del aprendizaje colaborativo, se requiere de un medio audiovisual tipo proyector, para mostrar información a toda la clase. A modo ilustrativo, la Figura 3 muestra la arquitectura necesaria.

En las siguientes secciones, se describe la plataforma MoCAS versión 1 a través de su rol en la instrucción de una clase colaborativa guiada por el marco instruccional CIF, así como sus posteriores versiones.

### 4.3. ARQUITECTURA HARDWARE Y SOFTWARE

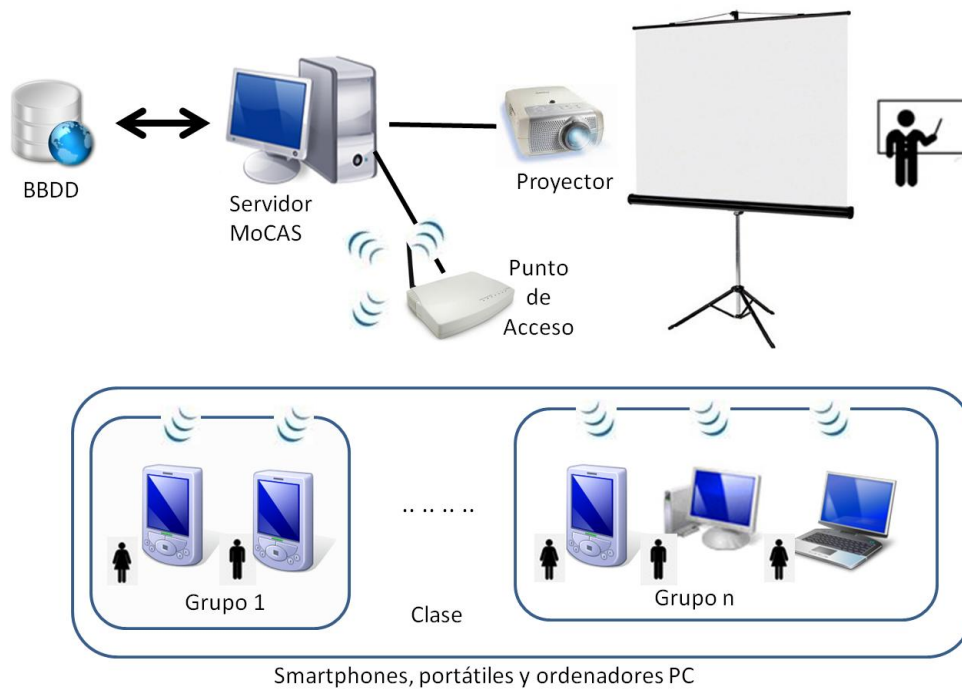


Figura 3. Arquitectura necesaria para la plataforma informática.

### 4.4 Utilización de MoCAS junto a CIF.

En esta sección se ilustra cómo MoCAS da soporte computacional a la instrucción colaborativa en el aula. Además, se describen las interfaces, tanto clientes como servidor, de la primera versión de la herramienta. MoCAS da soporte completo a la instrucción de la ficha dependiente de dominio DC1, cuyo objetivo es aprender el concepto de ámbito y vigencia de identificadores en un leguaje procedimental.

Con el fin de ilustrar los pasos que han de realizar tanto el profesor como los alumnos, en la Figura 4 se muestra la preparación del contexto por el profesor denominados “Crear entorno en MoCAS” y “Formar grupos de alumnos y asignar un ejercicio a cada grupo”, así como las seis actividades que desarrollan la DC1 a través de MoCAS.

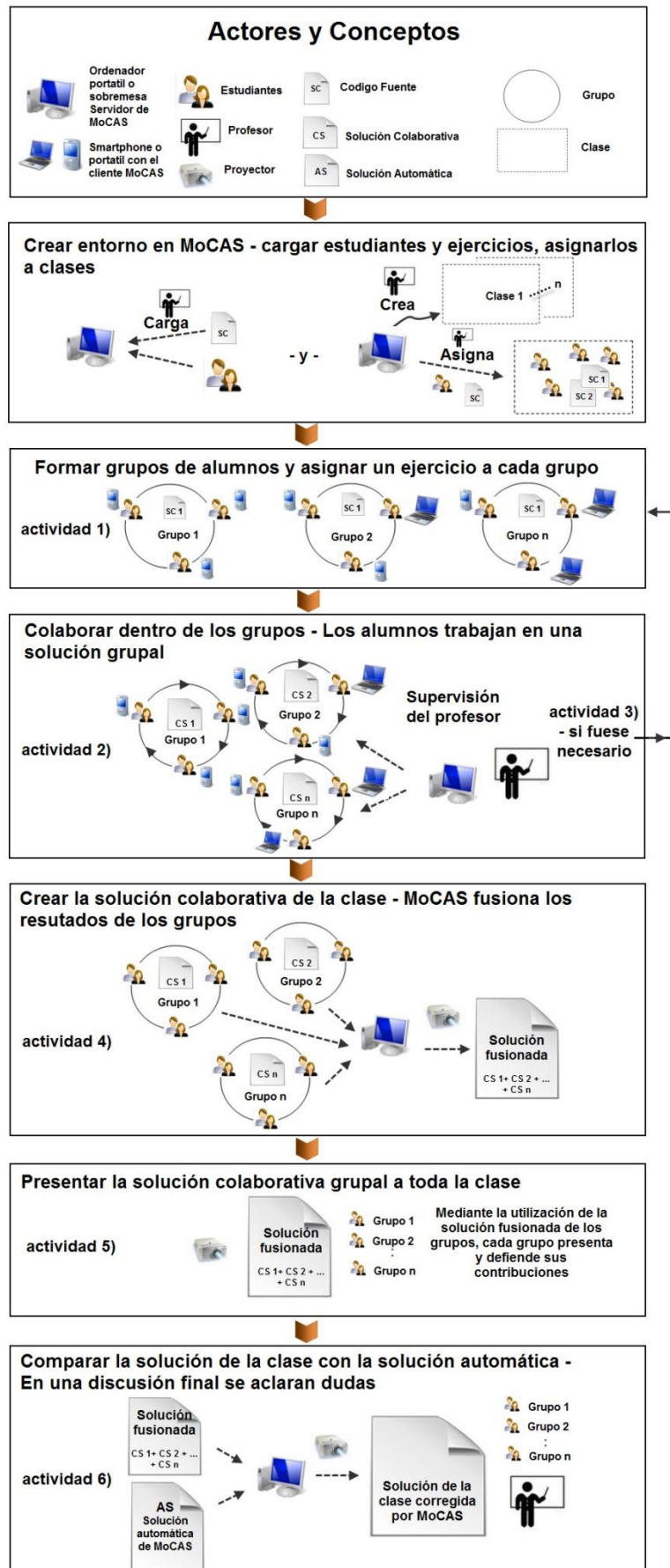


Figura 4. Instrucción guiada por CIF y MoCAS.

#### 4.4. UTILIZACIÓN DE MOCAS JUNTO A CIF

Veamos más detalladamente cada uno de los pasos y actividades, así como su implementación vía MoCAS (versión 1).

Crear entorno en MoCAS. Como paso previo a la utilización de MoCAS en el aula, es necesario diseñar el entorno de trabajo, creando la clase, dando de alta a los alumnos y realizando y asignando los ejercicios al aula. Son necesarios estos pasos la primera vez que se utiliza MoCAS, no obstante, en posteriores utilizaciones solamente se modificara lo necesario. En la versión 1 de MoCAS, los ejercicios a utilizar son en código Pascal, sintácticamente correctos. La creación del entorno se realizada en el ordenador del profesor. La Figura 5 muestra la interfaz de MoCAS v1, que consta de la siguiente funcionalidad:

1. Pestaña administración (*Administration*). La Figura 5 número 1, muestra la pantalla donde MoCAS permite crear el entorno. Mediante *drag-and-drop* los alumnos (*users*) y ejercicios (*projects*) son asignados a las aulas.
2. Pestaña editor de ejercicio (*Exercise editor*). Mostrada en la Figura 5 número 2, permite la modificación del código del ejercicio, así como la solución automática creada por MoCAS. Esta funcionalidad permite la introducción de errores en los códigos o en la solución, para catalizar las propuestas colaborativas de las siguientes actividades.
3. Pestaña visibilidad (*Visibility*). Marcada con el número 3 en la Figura 5, permite al profesor observar la colaboración dentro de los grupos, así como mostrar el resultado de dicha colaboración. Esta funcionalidad se cubre más detalladamente en las siguientes actividades.

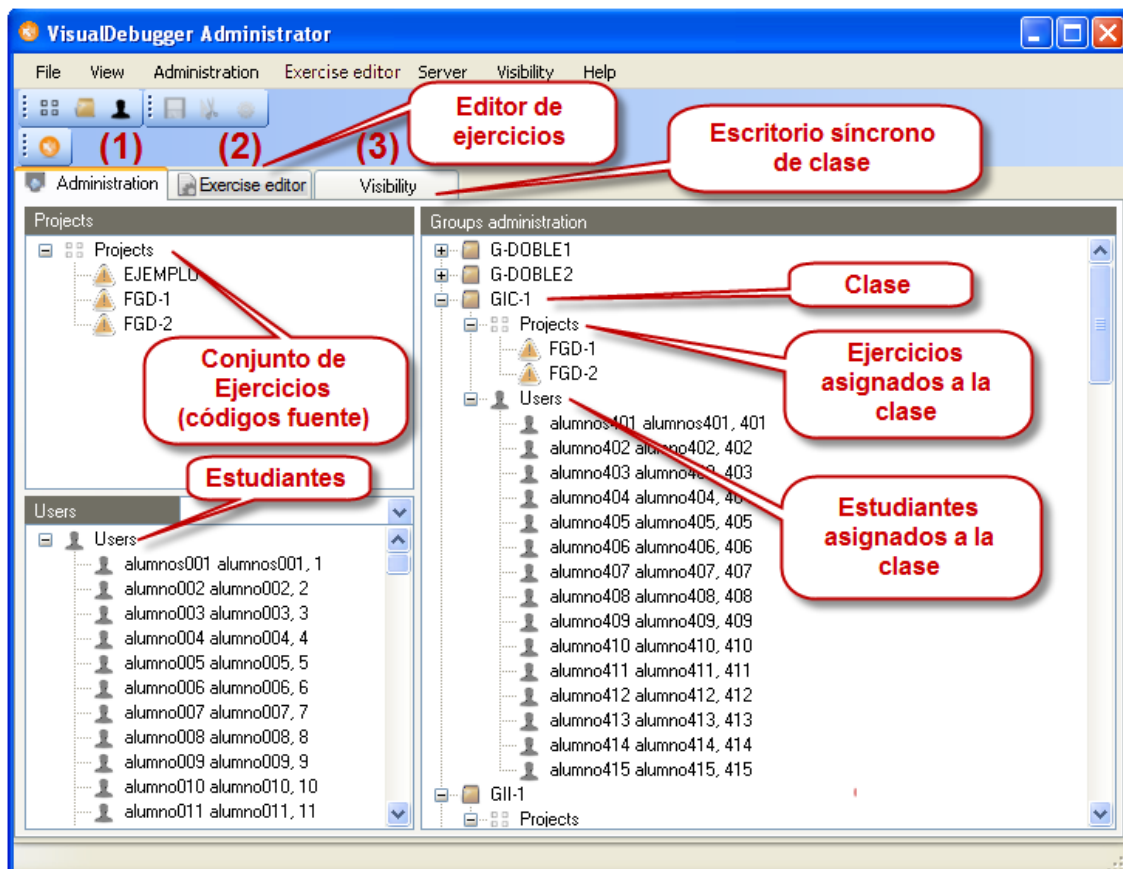


Figura 5. Servidor MoCAS (visión del profesor).

**Actividad 1.** Formar grupos de alumnos y asignar un ejercicio a cada grupo. El profesor distribuye a los alumnos en clases y les asigna ejercicios. MoCAS, automáticamente, genera los grupos de cuatro alumnos por clase. Cuando los alumnos se logan en el sistema solo pueden seleccionar un grupo y un ejercicio de su clase.

**Actividad 2.** Colaborar dentro de los grupos. Una vez los estudiantes están logados en el sistema y han seleccionado el mismo ejercicio, de forma grupal han de crear una solución al ejercicio. Para ello, mediante sus dispositivos móviles crean una solución en formato tabla donde se especifica, para cada sección de código, qué identificadores tienen ámbito y vigencia. Los alumnos pueden realizar tres acciones: añadir nuevas propuestas; borrar las añadidas, de acuerdo a la opinión de los otros miembros del grupo (mediante un sistema de votación); o votar propuestas de otros compañeros. Toda esta funcionalidad se muestra en las Figura 6 y Figura 7, donde se presenta la interfaz de MoCAS v1. Mediante dos pestañas se organiza la información, disponiéndose de toda la información necesaria para la realización del ejercicio colaborativo a pesar de la limitación del tamaño de la pantalla. Más detalladamente:

1. Pestaña Código (*Code*). La Figura 6 muestra el código en Pascal sobre el que se trabaja, junto con el número de línea que facilita a identificar los identificadores que lo conforman.
2. Pestaña Tabla (*Table*). Contiene el espacio de colaboración en formato tabla con dos áreas. Se ha seleccionado la representación externa tipo tabla por su gran capacidad de condensación de información (Serrano-Cámara et al., 2007), así como por su semejanza a las fichas que conforman CIF. A la izquierda (Figura 7, número 1) se muestran en filas los diferentes nombres de los bloques de código (programa principal, procedimientos y funciones), y en el área de la derecha (Figura 7, número 2) es donde se crea la solución colaborativa grupal. El alumno puede crear, borrar, votar a favor o en contra de las contribuciones realizadas por el grupo. A modo de ejemplo, en la Figura 7 número 1, se presenta la existencia de cuatro bloques en el código (*Prog1* como programa principal y *P1*, *F1* y *P2* como procedimientos y funciones). La Figura 7, número 2, muestra las contribuciones realizadas por los miembros del grupo. El alumno puede realizar las siguientes acciones:
  - 2.1.1. Insertar un nuevo elemento. Selecciona el programa o el subprograma donde quiere insertarlo (clic sobre él). En la caja desplegable que muestra todos los identificadores junto a su número de línea, selecciona aquel que desea y presiona el botón *Add*.
  - 2.1.2. Borrar un elemento. Solo se pueden borrar aquellos elementos propios del alumno mediante un clic sobre él, seleccionado *delete* del menú contextual.
  - 2.1.3. Votar a favor o en contra. De aquellos elementos creados por otro miembro del grupo, se puede votar a favor *confirm* o en contra *disconfirm*, haciendo clic sobre el elemento y seleccionando la acción deseada sobre el menú contextual (ver Figura 7). Estas votaciones permiten al alumno, que ha creado el elemento, tomar decisiones sobre la idoneidad o no del mismo, ya que al hacer clic sobre cada elemento se muestra, además del autor, el número de votos a favor o en contra que tiene el elemento (*confirm* o *disconfirm* de la Figura 7).

#### 4.4. UTILIZACIÓN DE MOCAS JUNTO A CIF

La inserción, borrado y votación de elementos permite un proceso de discusión centralizado dentro del grupo vía MoCAS. El profesor puede monitorizar un grupo, la clase e incluso añadir elementos que fomenten la discusión. Esta funcionalidad la ofrece MoCAS en la parte servidor (ver Figura 8).

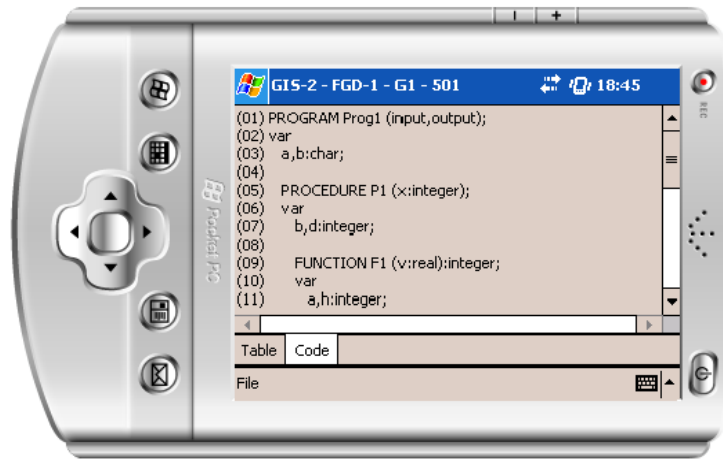


Figura 6. MoCAS cliente pestaña código (code)

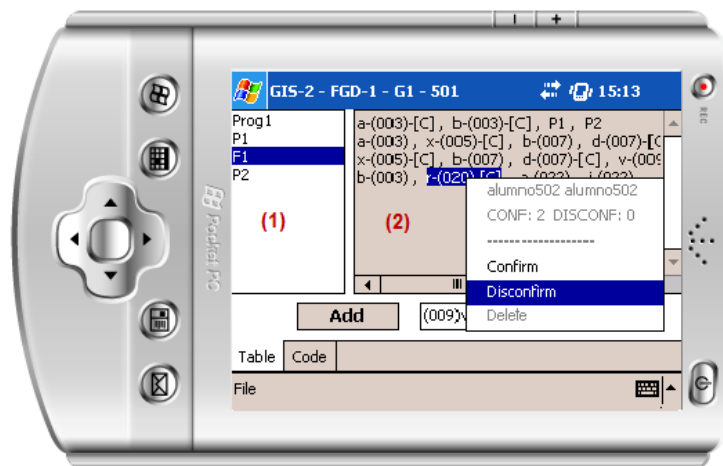


Figura 7. MoCAS cliente pestaña tabla (table)

**Actividad 3.** Repetir con otro ejercicio el paso previo. Una vez la actividad 2 ha sido realizada, el profesor puede estimar, de acuerdo a parámetros temporales, o según la observación de las interacciones de los alumnos, la idoneidad de realizar de nuevo la actividad 2 con otros ejercicios. MoCAS proporciona al profesor la funcionalidad de asignar otro ejercicio para la clase mediante *drag-and-drop*. Los alumnos se logan de nuevo en el sistema, seleccionando el nuevo ejercicio, y comienza de nuevo otro proceso de creación colaborativa.

**Actividad 4.** Crear la solución colaborativa de la clase. Terminada la creación colaborativa de los ejercicios, el profesor indica a los alumnos que cesen sus intervenciones (de forma verbal). A través de MoCAS, y con el apoyo de un proyector, se muestra a los alumnos la solución colaborativa de toda la clase, ejercicio a ejercicio.



El profesor selecciona la clase (Figura 8, número 1) y el ejercicio (Figura 8, número 2), mostrándose el código del ejercicio (Figura 8, número 3) y la tabla solución conjunta de todos los grupos de la clase (Figura 8, número, 4 y 5). Para ilustrar cómo se proporciona *feedback* al profesor y a los alumnos, se comentan a continuación los elementos más significativos:

1. El ejercicio de ejemplo utilizado consta de cuatro bloques de código (*Prog2*, *P1*, *P2*, *F1* y *P3*) cada uno mostrado en una fila (Figura 8, número 4).
2. Cada aportación se muestra junto con el número de línea donde aparece en el código, Figura 8, número 5. Además, mediante la utilización de un código de colores que va desde el negro (coincidencia total o cuasi total), verde (coincidencia entre un 74% a un 50%) o rojo (coincidencia menor al 50%) se indica el número de grupos coincidentes con la propuesta de los elementos. La Figura 8 número 5 muestra diferentes combinaciones a las soluciones para elementos concretos, así tenemos, "(008)d-(G1G3)" cuyo significado es identificador *d*, de la línea 008 del código ha sido propuesto por los grupos *G1* y *G3* como elemento correcto para el ámbito y vigencia en el subprograma *P1*. Si todos los grupos coinciden en la propuesta, no se muestra la información de los grupos, como ocurre en "(003)a" en el programa principal *Prog2*.

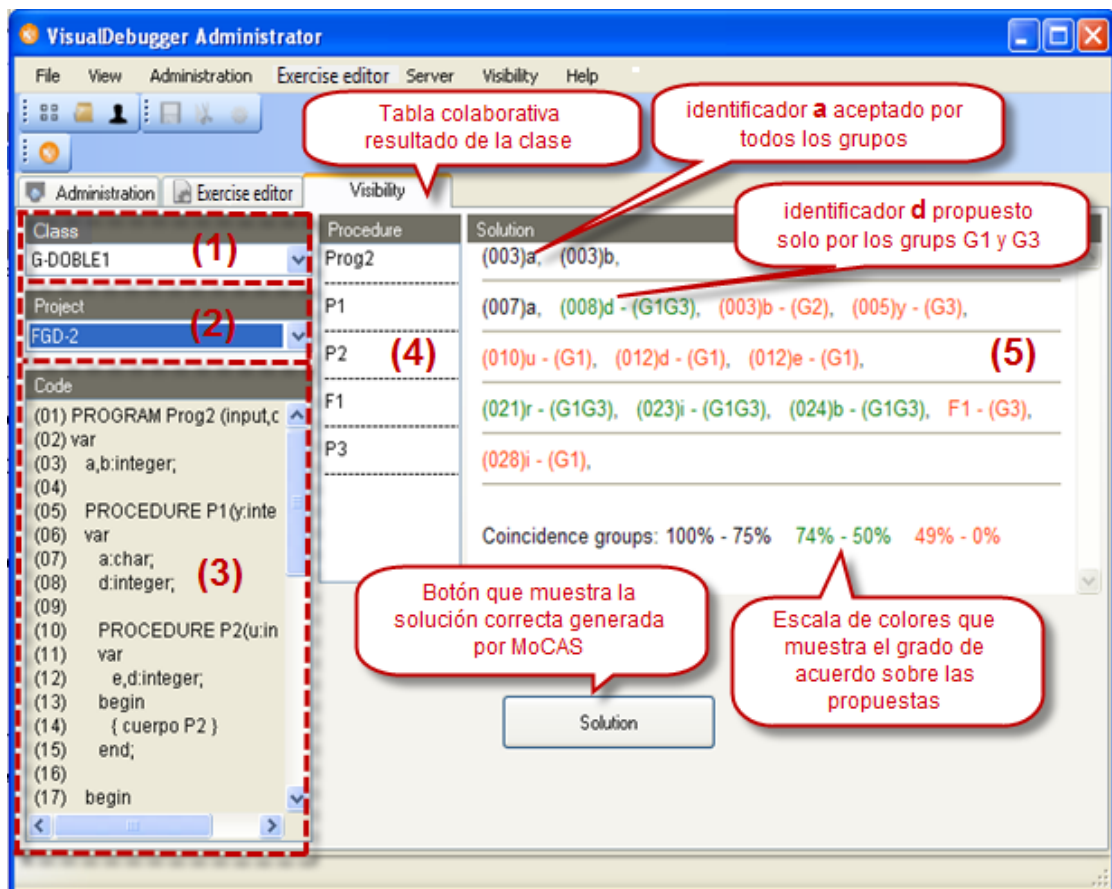


Figura 8. Solución colaborativa de la clase

#### 4.4. UTILIZACIÓN DE MOCAS JUNTO A CIF

**Actividad 5.** Presentar la solución colaborativa grupal a toda la clase. Con la ayuda de MoCAS, cada grupo ha de presentar y defender ante la clase el porqué de sus aportaciones. Estas se pueden ver conforme se ha ilustrado en la actividad 4 mediante el código del grupo junto a su aportación. Se presta especial atención a aquellas aportaciones donde no hay consenso (verdes o rojas), propiciándose un proceso de discusión y argumentación. Esta actividad se realiza con la proyección de MoCAS a través de un proyector en el aula.

**Actividad 6.** Comparar la solución de la clase con la solución automática. Después de la discusión y argumentación llevada a cabo en la actividad anterior, de nuevo con la ayuda de MoCAS, el profesor muestra la solución correcta sobre la solución del aula presionando el botón *Solution* de la Figura 8. Se muestra la solución del aula completada y corregida por MoCAS. La Figura 9 (número 2) muestra la solución correcta y la solución de la clase corregida (número 1). Adicionalmente, en la solución corregida se tachan automáticamente aquellos elementos erróneos (por ejemplo "*F1 - (G3)*" en *F1*), así como aquellos elementos que faltan, añadidos en azul (por ejemplo "*(003)a* en *F1*"). Más ejemplos ilustrativos del *feedback* proporcionado por MoCAS se muestran vía bocadillos en la Figura 9.

Es en este punto, donde el profesor debe aclarar las dudas surgidas, así como explicar aquellos elementos incorrectos o no identificados (tachados o en azul respectivamente).

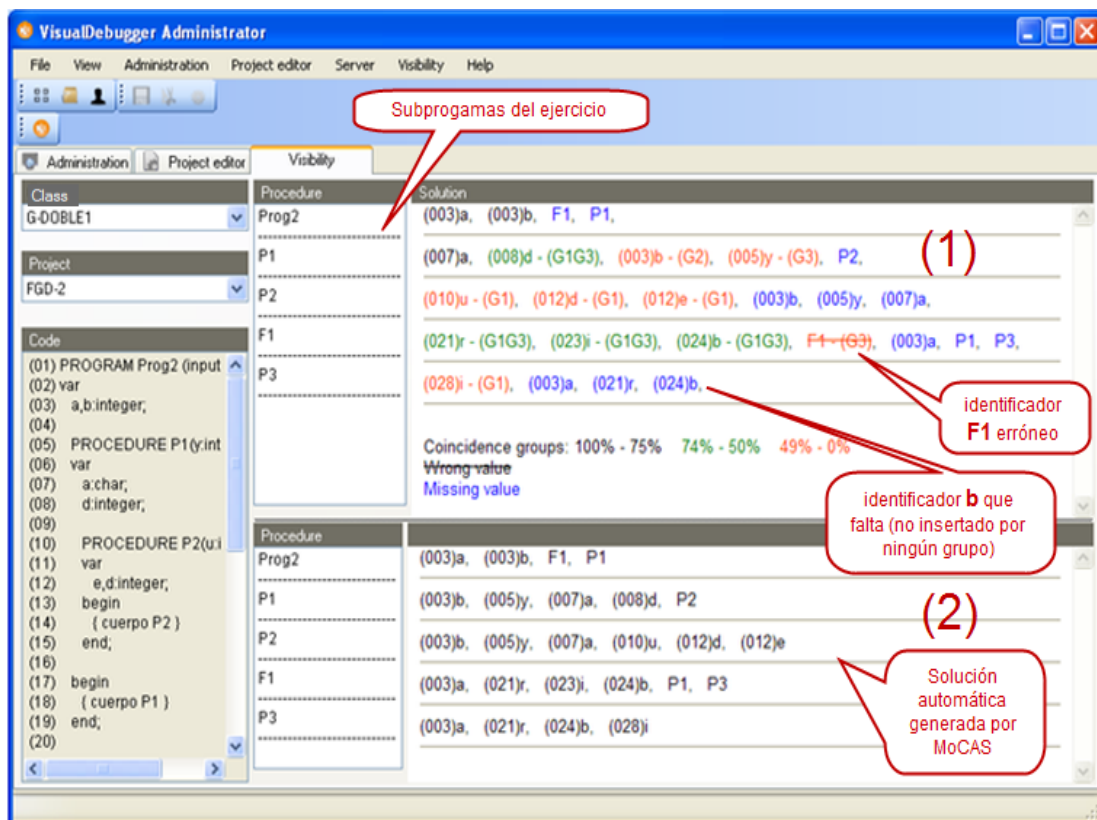


Figura 9. Solución automática y corrección de la solución colaborativa del aula

## 4.5 Evolución de MoCAS.

MoCAS versión 1 se ha utilizado en la segunda experimentación, con el objetivo de validar las aportaciones de CIF en la eficacia del aprendizaje, así como su como soporte informático (Serrano Cámara et al., 2012). Gracias a esta experimentación, se han detectado puntos de mejora vía observación de las interacciones de los alumnos, así como en posteriores entrevistas con los alumnos partícipes. Estos cambios, vistos como propuestas para la siguiente versión de MoCAS, se muestran en la Tabla 56. De izquierda a derechas las columnas son: tipo propuesta, formada por, usabilidad en servidor, cliente o nueva funcionalidad; propuesta, descripción de la propuesta; y número propuesta, codificación de la propuesta para facilitar su trazabilidad en las mejoras implementadas en sucesivas versiones de MoCAS.

Tabla 56. Mejoras a realizar en MoCAS versión 1

Tipo propuesta	Propuesta	Núm. propuesta
Usabilidad cliente	Limitaciones por pantalla pequeña, debida al tipo de dispositivo cliente ( <i>smartphones</i> ).	P1.1
	Conveniencia de ver el código del ejercicio junto a la tabla colaborativa.	P1.2
	El sistema de votación requiere de una verificación elemento a elemento para ver sus votos, mediante su selección,. Esto dificulta el <i>feedback</i> que perciben los alumnos y, por tanto, ralentiza la argumentación y discusión colaborativa.	P1.3
	Excesiva rigidez para el cambio de ejercicio dentro de la clase. Los alumnos no pueden cambiar fácilmente de un ejercicio a otro de los asignados al grupo.	P1.4
Usabilidad Servidor	Mejora en la usabilidad mediante la creación masiva de alumnos y su asignación a aulas.	P2.1
Nueva Funcionalidad	Limitación en el tipo de ejercicios por utilizar solo el lenguaje de programación Pascal.	P3.1
	Incorporar teoría a consultar para aclarar dudas sobre los conceptos de estudio.	P3.2
	Mostar la solución grupal separada de la solución conjunta de la clase. Esto facilitará la actividad 5 (ver Figura 4) donde cada grupo ha de defender su resultado colaborativo.	P3.3

Para implementar estas propuestas se han desarrollado dos versiones más de MoCAS que integran nuevos clientes y funcionalidades a las ya existentes en la versión 1. En la siguientes subsecciones se detallan las aportaciones de las versiones.

### 4.5.1 MoCAS versión 2.

Con el objetivo de incorporar las propuestas identificadas en la experimentación de MoCAS versión 1, se desarrolló una nueva versión de la plataforma MoCAS versión 2. La arquitectura tecnológica basada en servicios web de MoCAS versión 1, ha permitido conservar, reutilizar y añadir nuevas funcionalidades y servicios. La Tabla 57 muestra cómo se han implementado las mejoras identificadas en MoCAS versión 1 (ver Tabla 56), en MoCAS versión 2.

#### 4.5. EVOLUCIÓN DE MOCAS

Tabla 57. Incorporación de mejoras en versión 2 de MoCAS.

Núm. propuesta	Descripción mejora implementada
P1.1	Nuevo cliente <i>software</i> para plataformas Windows (tabletas o portátiles).
P1.2	Mostrar código del ejercicio a la izquierda de la tabla colaborativa.
P1.3	Mejora de usabilidad en la creación de aportaciones mediante <i>drag-and-drop</i> de los elementos del código a la tabla colaborativa.
P1.3	Mejora de usabilidad, identificar las aportaciones del alumno y su grupo.
P1.3	Mejora de usabilidad, identificar aquellos elementos donde el alumno ya ha votado para fomentar las votaciones.
P1.3	Mejora en la usabilidad de la información sobre votaciones a través de subíndices y superíndices en los elementos (superíndice votos positivos, subíndice votos negativos).
P1.3	Mejora de usabilidad, indicar mediante colores la opinión del grupo respecto a cada elemento.
P1.4	Mejora de usabilidad, evitar tener que salir de la plataforma para el cambio de ejercicio.
P2.1	Se implementa carga masiva de alumnos a través del fichero de texto delimitado por ";" y su asignación a una clase determinada.
P3.1	Incorporación de ejercicios en código C y Java.
P3.2	Se permite cargar un documento en formato HTML de ayuda para la realización de cada ejercicio.
P3.3	Se implementan pestañas separadas en los clientes donde se puede ver por separado las soluciones grupales y de aula. Los alumnos, además de visualizar el resultado vía el proyector, lo tienen disponibles simultáneamente en sus respectivas tabletas o portátiles.

A continuación, se describen más detalladamente las nuevas interfaces tanto de la parte cliente como de la parte servidora de MoCAS versión 2.

Dentro de las funcionalidades ampliadas en el servidor, tenemos aquellas que identifican la utilización de ejercicios basados en C, Java y Pascal mostrados en la Figura 10, área de la izquierda, mediante la utilización de iconos con la inicial del lenguaje de programación (P, J o C). Además, en la pestaña *Visibility* se añade la funcionalidad necesaria para que la solución automática y la corrección del resultado colaborativo de la clase se muestren al profesor y a los alumnos (vía un *check box* denominado *Show Solution*, ver Figura 11).

Es la parte cliente donde MoCAS v2 proporciona el mayor número de mejoras. En la Figura 12 se aprecia cómo se muestra el código del ejercicio en todo momento, así como la tabla colaborativa donde los grupos interactuarán. Además, a través de iconos anexos a cada uno de los elementos de la tabla colaborativa se muestra si el elemento es del usuario o de otro miembro de grupo. Si es de otro miembro del grupo, se podrá votar a favor o en contra, o si es del usuario, este podrá consultar las votaciones de los compañeros (para ver si es correcta o no, sugiriéndose así la permanencia o el borrado del elemento). Las votaciones se muestran a modo de superíndices (votos a favor) o subíndice (votos en contra). Por otro lado, se utiliza una escala de colores que indica la diferencia entre votos a favor y en contra de cada elemento, ayudando a los alumnos a tomar decisiones. Finalmente, y para identificar aquellos elementos donde el alumno ya ha votado, estos se subrayan automáticamente.

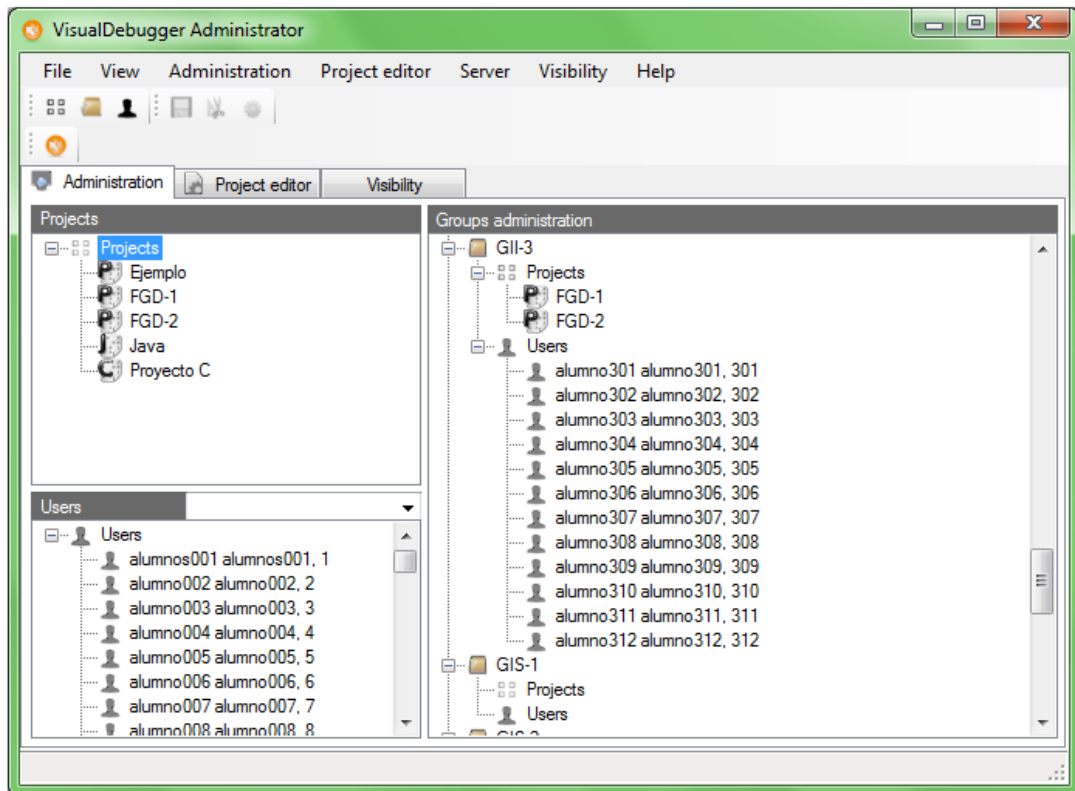


Figura 10. Interfaz servidor MoCAS v2, creación entorno

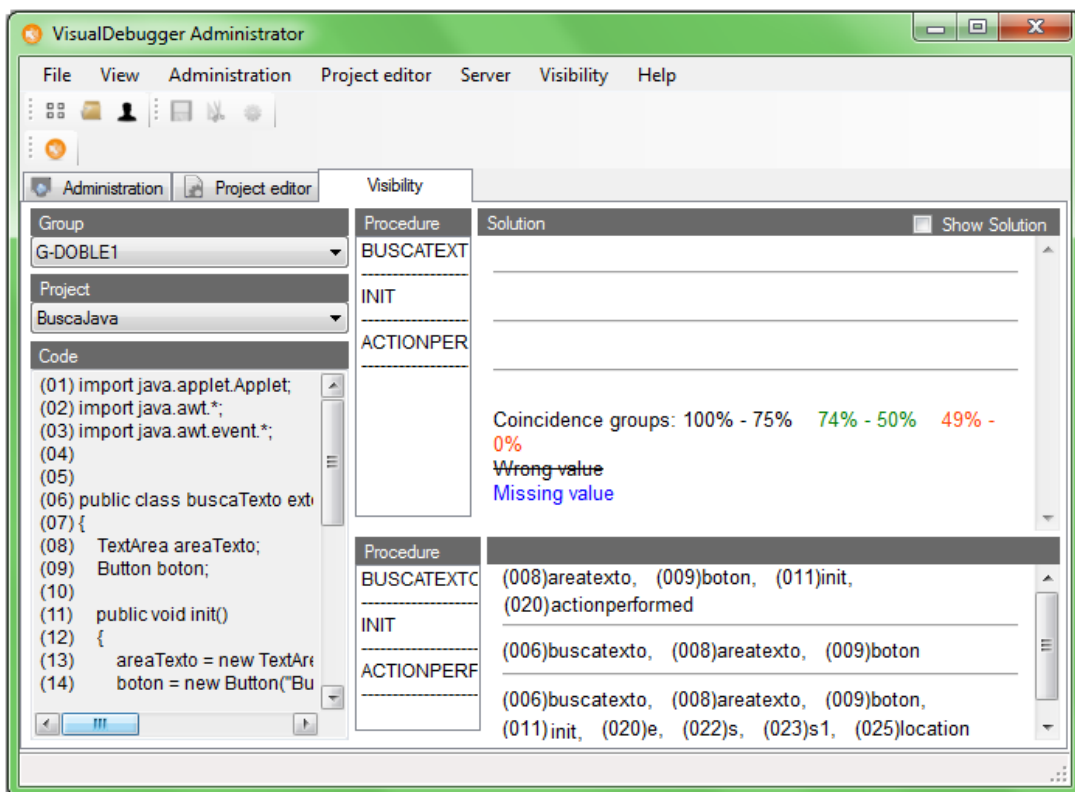


Figura 11. Interfaz servidor MoCAS v2, solución grupal y corrección automática

## 4.5. EVOLUCIÓN DE MOCAS

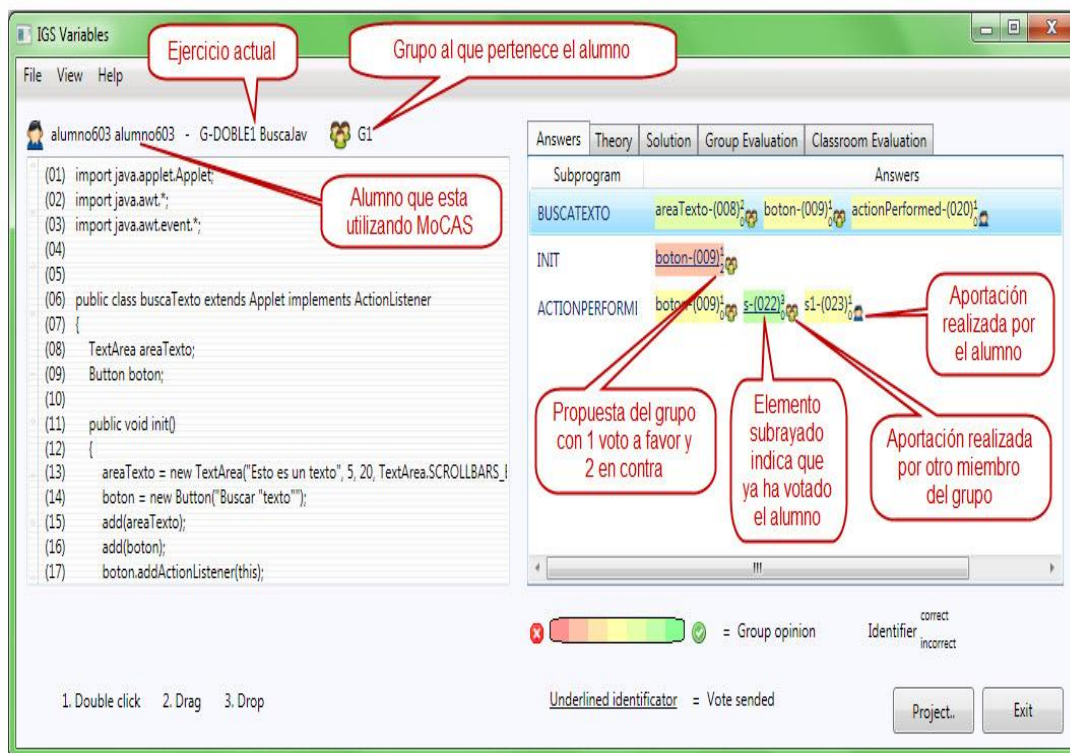


Figura 12. Interfaz cliente MoCAS v2

Con el objetivo de facilitar la incorporación de elementos nuevos a la tabla colaborativa grupal, MoCAS v2 permite que el alumno ingrese nuevos elementos a la tabla colaborativa mediante selección del elemento en el código fuente y *drag-and-drop* sobre la fila de destino de la tabla colaborativa.

Por último, MoCAS v2 proporciona cuatro pestañas que completan las mejoras identificadas en la Tabla 57. La Figura 12 muestra la interfaz con las siguientes funcionalidades: *Theory*, muestra la teoría que el profesor ha cargado para el ejercicio; *Solution*, muestra la solución de la clase corregida y ampliada (si procede) con la solución automática; *Group Evaluation*, muestra la solución colaborativa grupal sin posibilidad de modificación; y finalmente, *Classroom Evaluation*, donde se muestra la solución compuesta de todos los grupos de la clase sin su corrección automática. Estas funcionalidades permiten repasar y completar la información mostrada a través de un proyector.

### 4.5.2 MoCAS versión 3.

Aunque no se ha experimentado con la versión anteriormente de MoCAS (versión 2), sí se ha realizado una evaluación cualitativa informal con los profesores pertenecientes a la asignatura de Introducción a la Programación, identificándose las siguientes restricciones:

- Dependencia de un sistema operativo propietario como Windows.
- Excesiva lentitud en la sincronización de las aportaciones grupales.
- Ausencia de herramientas de comunicación textual entre alumnos.
- Necesidad de adjuntar comentarios a líneas de código.

## CAPÍTULO 4. HERRAMIENTAS DESARROLLADAS DE SOPORTE A CIF

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se decidió construir una nueva versión de MoCAS que, además de integrar las funcionalidades anteriores, utiliza clientes *browsers*, permitiendo su utilización en múltiples plataformas *hardware*. MoCAS versión 3 ha sido utilizada en experimentación en el laboratorio de informática (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Alcover, et al., 2014), mostrándose los resultados en el Tema 5 de esta memoria. Brevemente se describen las interfaces, idénticas para el servidor por estar todas las versiones integradas en una única plataforma, pero significativamente cambiadas para los clientes vía *browser*. Con un mayor nivel de detalle puede ser consultada en (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Velázquez-Iturbide, et al., 2015).

De igual modo a como ocurre en las versiones anteriores de MoCAS, los alumnos han de logarse y elegir una clase, un grupo y un ejercicio de la clase. Todas estas elecciones están guiadas por la herramienta, mediante controles desplegables que se cargan con valores de acuerdo a las elecciones previas. Una vez se está dentro del sistema MoCAS versión 3, el alumno tiene en su navegador (*browser*) la interfaz mostrado en la Figura 13, que atendiendo a su numeración, son: 1 - código del ejercicio con números de líneas; 2 - desplegable *Select value* con los identificadores totales del ejercicio junto a sus número de línea; 3 - botón *Add* para añadir nuevas propuestas seleccionadas previamente en el desplegable; 4 - tabla de colaboración, donde se muestran las aportaciones realizadas por el alumno y por su grupo mediante la utilización de iconos descriptivos (una persona, aportación del alumno, tres personas, aportación del grupo). Cada aportación muestra el número de línea, el identificador y votos en contra mediante subíndice en rojo y a favor mediante superíndices en color verde; 5 - ventana modal, activada mediante clic del ratón sobre una propuesta, muestra información sobre quién ha creado esa propuesta, así como las opciones disponibles según la autoría de la propuesta (borrar si es del alumno, o votar a favor o en contra si es de otro alumno del grupo); finalmente, 6 - mensajería síncrona vía chat grupal.

Además, la nueva versión de MoCAS permite la creación de notas adjuntas al código para fomentar la discusión dentro del grupo (Figura 14), funcionalidad activada mediante un doble clic del ratón sobre la línea del código.

Aunque la herramienta principal desarrollada como soporte informática a CIF ha sido MoCAS, se han desarrollado otras dos herramientas, una previa e integrada en MoCAS versión 3 denominada TACAC y otra posterior como vía de futuras investigaciones denominada CIF-L.

## 4.5. EVOLUCIÓN DE MOCAS

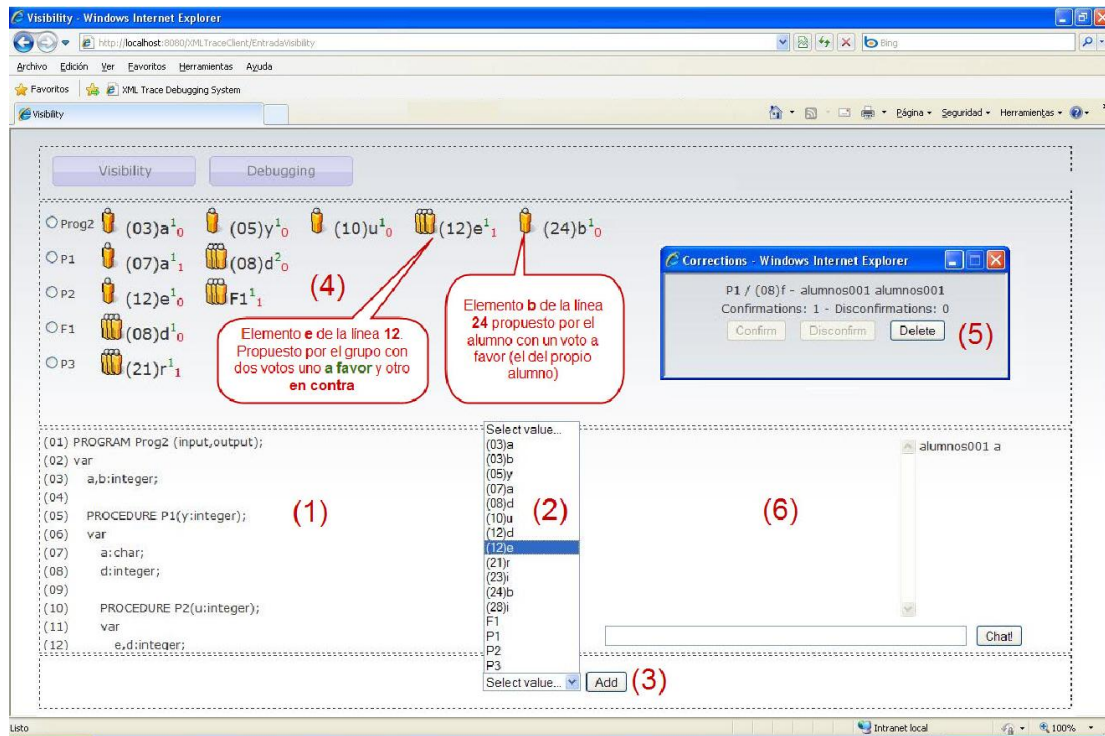


Figura 13. MoCAS cliente v3 - browser

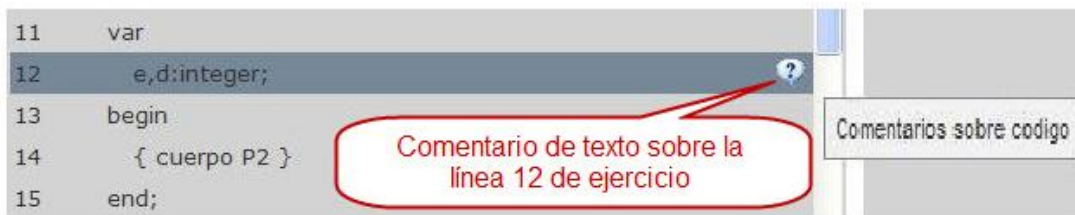


Figura 14. Funcionalidad - comentarios sobre ejercicio

## 4.6 Modelado de CIF mediante lenguajes de modelado educativo

A partir de la experimentación realizada con la herramienta MoCAS en sus diversas versiones se ha observado un conjunto de limitaciones: (a) instalación previa de *software*, suponiendo un inconveniente para su utilización; (b) necesidad de una red Wifi, no todas las aulas tienen o a la cobertura GPRS, en su defecto; (c) requiere de un adiestramiento previo por parte del docente, por ser una aplicación *ad-hoc* de CIF; (d) falta de interoperabilidad con herramientas externas y, finalmente, (e) difícil integración en LMS (*Learning Management System*). Todas estas dificultades nos han orientado en la exploración de los lenguajes de modelado educativo para la integración de CIF en un LMS. Por lo tanto, se ha realizado un trabajo de investigación, detallado en las siguientes subsecciones, que cubre los siguientes aspectos: análisis de los distintos lenguajes formales de modelado educativo y elección del más idóneo para nuestras necesidades de implementación.



### 4.6.1 Motivación

La enseñanza apoyada en la informática ha supuesto una gran revolución a la hora de crear contenidos. A lo largo de las últimas décadas han aparecido muchos estándares para ayudar al docente en la elaboración de contenidos educativos. Los Lenguajes de Modelado Educativo (EMLs, *Educational Modeling Language*) (Hernández Gómez, Picó Sanchis, & Rodríguez Sánchez, 2006) tienen por objeto describir expresiones capaces de modelar los procesos y los contenidos de aprendizaje en LMSs. Pese al potencial de los EMLs, su uso está poco aceptado en la comunidad educativa, debido a la escasez de herramientas informáticas para su aplicación, su complicado manejo y su constante evolución.

Además, gracias a la creciente utilización de plataformas LMS por parte de la comunidad educativa, se han desarrollado diversos estudios sobre la necesidad de avanzar hacia la producción colaborativa en espacios formales de aprendizaje (Gros Salvat, García González, & Lara Navarra, 2012), así como, en propuestas de metodologías tipo *scripting* que permitan crear productos independientes de las plataformas (Dillenbourg & Jermann, 2007). Es, en este punto, donde el modelado de nuestro marco instruccional CIF, mediante EML, puede contribuir tanto a la mayor difusión de CIF vía LMS, como a la propuesta tipo *script* que guíe a la creación de contenidos con amplia base colaborativa en plataformas *e-learning* (Ahijado-Sánchez et al., 2013). En aras de explorar esta vía, se ha modelado CIF en dos lenguajes estándar para su integración en un EML (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Ahijado-Sánchez, et al., 2014) (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Ahijado-Sánchez, et al., 2015). En las siguientes secciones se detalla el proceso llevado a cabo.

### 4.6.2 Elección del lenguaje de modelado educativo para CIF

Teniendo como objetivo el modelado del marco instruccional CIF mediante un lenguaje de modelado educativo (EMLs, *Educational Modeling Language*) (Rawlings, Van Rosmalen, Koper, Rodríguez-Artacho, & Lefrere, 2002), se han valorado distintos estándares como: ADL (*Advanced Distributed Learning*)/SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) (Fernández-Manjón, Sierra, Moreno-Ger, & Martínez-Ortiz, 2007), AICC (*Aviation Industry Computed Based-Training Comitee*) (Biscay, 2007) e IMS (*Intelligent Manufacturing System*) Global Learning Consortium (IMS-LD, 2003). Se ha elegido este último (IMS), en particular, por sus especificaciones IMS LD (*Learning Design*) e IMS CC (*Common Cartridge*).

La elección de IMS LD está basada en las siguiente características: (1) permite la descripción, formalización e implementación de los distintos procesos de aprendizaje; (2) facilita la implementación de contenidos y la interoperabilidad mediante unidades de aprendizaje (UoLs, *Unit of Learning*); (3) mejora el aprovechamiento de otras especificaciones y estándares existentes y, finalmente, (4) permite la inclusión de actividades múltiples en el escenario instruccional.

La especificación IMS LD se basa en la UoL, definida como una unidad de formación completa y autónoma, ya sean cursos, módulos o lecciones completas (Pérez Sanz & Berelanga, Rodríguez, Ortiz, & Ger, 2011). Cada UoL se compone de elementos básicos como: actores, roles, actividades, papeles, actos y obras, con los que

#### 4.6. MODELADO DE CIF MEDIANTE LENGUAJES DE MODELADO EDUCATIVO

se modela el entorno de aprendizaje. Por tanto, una UoL es la aproximación en un EML de una ficha-guía dependiente del dominio (DC) en el marco instruccional CIF.

La especificación IMS LD contiene tres niveles incrementales para modelar procesos de enseñanza-aprendizaje (Nivel A, Nivel B y Nivel C). El nivel A contempla elementos estructurales como recursos, servicios, participantes y actividades, además de incluir la metodología pedagógica. El nivel B permite representar el “estado de ejecución” del método pedagógico, incluyendo propiedades, condiciones, servicios de monitorización y elementos globales. Y el nivel C introduce mecanismos de notificación, permitiendo el envío de mensajes entre diferentes actores. Por lo tanto, se ha seleccionado el nivel C de IMS LD como nivel de especificación apropiado para el modelado de CIF, ya que permite modelar los mecanismos de interacción entre alumnos y alumno-profesor; funcionalidad requerida para los procesos de discusión y argumentación en la colaboración.

##### 4.6.3 Implementación de CIF con IMS LD

Para la implementación de CIF mediante IMS LD se pueden seguir diferentes metodologías, ya sea la propia de la especificación o la metodología Dick y Carey (Dick, Carey, & Carey, 2005). La metodología propia de IMS LD consta de cinco fases: (1) análisis del escenario educativo, con especial relevancia hacia estudiantes y docentes; (2) diseño de las actividades de aprendizaje; (3) desarrollo de los recursos que forman la UoL; (4) implementación y publicación de la UoL con actores y recursos; y (5) evaluación de la UoL para su mejora.

Para la implementación de la UoL en un primer prototipo de CIF-L (CIF para LMSs) se ha seguido la metodología Dick y Carey, basada en un modelo reduccionista de la instrucción a través de su descomposición en pequeños componentes. Consta de 10 pasos: (1) identificar la meta instruccional, (2) análisis de la instrucción, (3) análisis de los estudiantes y del contexto, (4) redacción de objetivos, (5) desarrollo de instrumentos de evaluación, (6) elaboración de la estrategia instruccional, (7) desarrollo y selección de los materiales de instrucción, (8) diseño y desarrollo de la evaluación formativa, (9) diseño y desarrollo de la evaluación sumativa, y (10) revisión de la instrucción. La instrucción se dirige específicamente en las habilidades y conocimientos que se enseñan, proporcionando las condiciones óptimas para el aprendizaje.

En la elección de la herramienta para la creación de CIF-L, se han tenido en cuenta los siguientes criterios: (a) nivel de especificación de IMS LD soportado (A, B, C); (b) tipo de usuario para utilizar la herramienta (inexperto, intermedios o expertos) y (c), metáfora que utiliza su interfaz para representar información. La Tabla 58 muestra, a modo resumen, las herramientas analizadas. Se puede observar cómo aquellas herramientas que cubren el nivel C (nivel necesario) son: aLFanet Editor, Reload LD y Moodle; nivel experto la primera e intermedio las dos restantes. Por lo tanto, las dos herramientas que pueden ser utilizadas por un mayor número de usuarios (nivel intermedio de dificultad) son: Reload LD (RELOAD) y Moodle<sup>28</sup>. Para comparar las características de las dos herramientas se ha modelado CIF-L mediante Reload LD y

---

<sup>28</sup> <https://moodle.org/?lang=es>

## CAPÍTULO 4. HERRAMIENTAS DESARROLLADAS DE SOPORTE A CIF

Moodle. Esta dualidad nos ha permitido identificar diferencias discutidas tratadas en los siguientes apartados.

Tabla 58. Herramientas de autor para IMS LD

Nombre de la herramienta	Nivel IMS	Tipo de usuario	Características de la interfaz
Copper Author	A	Intermedio	Interfaz basada en tablas, no muy desarrollada.
Collage	A	Intermedio	Usa plantillas para definir los flujos de tareas en el aprendizaje colaborativo.
HyCo-LD Editor	A	Intermedio	Usa pantallas al presentar la especificación.
LAMS	A	Intermedio	Editor gráfico. Crea actividades colaborativas o individuales.
ASK-LD	A B	Inexperto	Editor gráfico. Genera de forma automática las condiciones básicas de adaptación.
eLive LD Suite	A B	Inexperto	Editor gráfico. Reutiliza patrones y módulos.
CoSMoS	A B	Intermedio	Estructura de árbol para la navegación. Edición por formularios.
Mot+	A B	Inexperto	Editor gráfico. Usa un modelo genérico y símbolos específicos.
aLFanet Editor	A B C	Experto	Basada en web. La especificación mediante pantallas.
Reload LD	A B C	Intermedio	La especificación se basa en la metáfora del árbol.
Moodle	A B C	Intermedio	Editor gráfico y visual. Fomenta la reutilización de contenidos.

A continuación se detallan el modelado de CIF con Reload LD y con Moodle.

### 4.6.4 CIF-L: Modelado con Reload LD

En el proceso de modelar CIF con la herramienta Reload LD, se han utilizado la herramienta Reload LD Editor en su proceso de edición y Reload LD Player (RELOAD) para probar el resultado final. Reload LD Editor tiene una interfaz estructurada en pestañas donde se configuran los tres niveles IMS; nivel A, recursos, roles y actividades; nivel B, métodos y propiedades; y nivel C, notificaciones.

Modelar CIF consiste en la creación de UoLs mediante la realización de los siguientes pasos: (1) crear un diseño de aprendizaje basado en una UoL; (2) crear las actividades; (3) crear los entornos de trabajo con sus actividades; (4) crear los roles de los participantes; (5) crear los métodos o secuenciación de actividades y acciones que se realizan para obtener un objetivo; (6) mostrar la interfaz del editor que gestiona los recursos de la UoL; (7) verificar y exportar el diseño de aprendizaje y (8) probar la UoL con el reproductor Reload LD Player. Reload LD Editor crea un fichero .XML por cada UoL modelada, donde se guarda su estructura para su posterior edición o reproducción. Además, Reload LD Editor permite generar un fichero .zip con la asignación de recursos y su validación para exportar la UoL a otras plataformas como LMSs.

En el proceso de implementación de UoLs mediante Reload LD Editor se ha identificado la imposibilidad de incluir contenidos o actividades colaborativas como, por ejemplo, un foro. Esta limitación ante la colaboración nos permite descartar Reload LD como opción válida para la modelar CIF, ya que la colaboración e interacción de los

## 4.6. MODELADO DE CIF MEDIANTE LENGUAJES DE MODELADO EDUCATIVO

alumnos son parte central de marco instruccional. Por otro lado, esta herramienta está relativamente obsoleta, no disponiéndose de actualizaciones recientes.

### 4.6.5 CIF-L: CIF Modelado con Moodle

Un LMS (*Learning Management System*) es un sistema de enseñanza en línea, capaz de administrar, difundir, monitorizar y organizar actividades y materiales de formación. Los más difundidos son Moodle, WebCT, BlackBoard y Atutor, entre otros.

Para modelar CIF en un LMS se ha optado por Moodle versión 2.3, ya que presenta las siguientes funcionalidades: gestión usuarios, grupos y perfiles, funcionalidades de la Web 2.0, permite importación y exportaciones de cursos en diferentes formatos, etc. La plataforma Moodle implementa diferentes roles o perfiles como administrador, profesor o alumno, proporcionando diferente información y funcionalidad según el tipo de rol.

En el desarrollo de CIF con Moodle, se pueden diferenciar dos perfiles principales, profesor y alumnos, mostrándose información según perfil, ver Figura 15. Se puede observar dos tipo de vistas, una para el profesor (imagen de la izquierda) y otra para el alumno (imagen de la derecha). Ambas imágenes se corresponden con el modelado de las acciones atómicas necesarias para implementar todas las IDCs que conforman CIF.

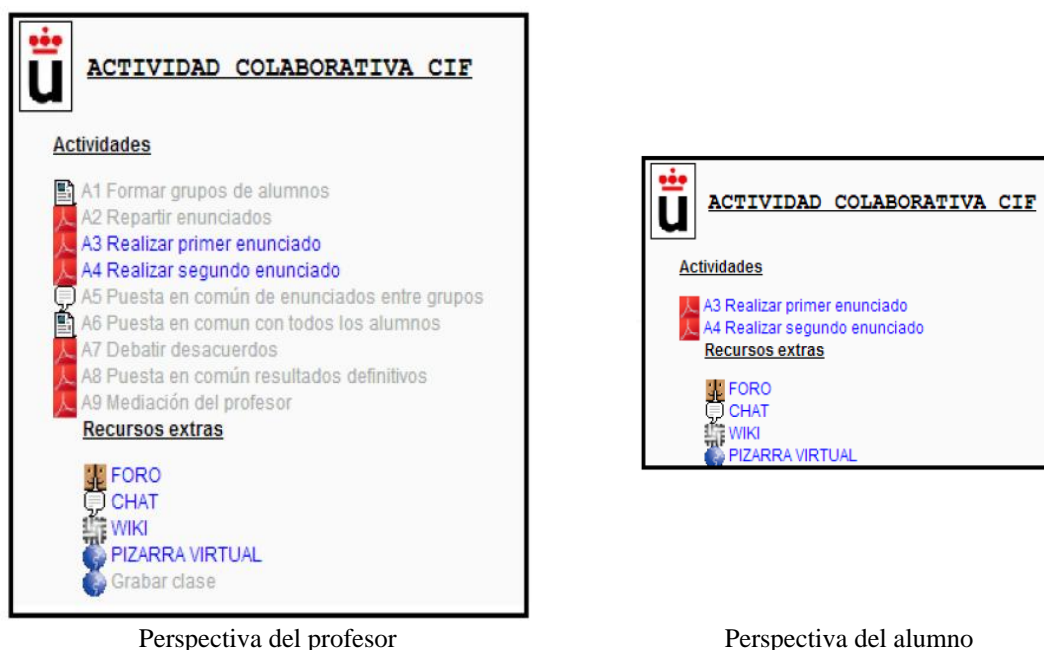


Figura 15. CIF-L modelado con Moodle

En la implementación de las IDC o fichas independientes de dominios que conforman CIF-L, se han seguido tres fases:

- Fase 1. Creación de la estructura de la actividad instruccional que deben realizar los alumnos en clase para desarrollar uno de los objetivos educativos.
- Fase 2. Inclusión de contenidos dinámicos y colaborativos de acuerdo al objetivo educativo, como son foros, chat, espacios comunes de propuestas,

## CAPÍTULO 4. HERRAMIENTAS DESARROLLADAS DE SOPORTE A CIF

etc. Para poder soportar esta segunda fase (ya que IMS LD no soporta este tipo de contenidos) se hace uso de IMS CC.

Fase 3. Inclusión de contenidos externos. Si el docente requiere incluir funcionalidades externas a la plataforma *e-learning*, ha de incluirlas a través de su vínculo URL, mostrándose como un recurso más de CIF-L, ver Figura 15, recursos extras, "pizarra virtual".

Una vez concluida estas fases, ya se dispone de la ficha IDC en un paquete IMS CC generado con Moodle y dispuesto para que el profesor lo pueda importar en su propio LMS (siempre que admita el estándar IMS CC). De esta forma se consigue portabilidad y flexibilidad del contenido académico entre distintas plataformas y gestores de contenidos, consiguiéndose, por tanto, una mayor portabilidad de CIF.

La transformación de IDC a DC, es decir, la particularización de las fichas independientes del dominio a un dominio específico, se realiza en proceso de importación al LMS de destino del paquete IMS CC (ficha IDCx generada). En este proceso de importación, el profesor incluye los contenidos específicos del dominio o materia de aprendizaje, obteniéndose así la ficha dependiente del dominio DC. En la Figura 16, a modo ilustrativo, se muestra cómo se presenta al alumno la DC1, particularizada para el dominio de la programación procedimental, más concretamente, sobre el ámbito y vigencia de identificadores.

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://boromir.etsii.urjc.es/moodle/mod/resource/view.php?id=5`. The page title is "colaborativos: A3 Realizar primer enunciado". The user is logged in as "profesor\_1 Ejemplo". The main content area displays "Ejercicio Colaborativo 1 (FGD\_1)" with a table for participant information:

Titulación y Grupo		
Número de expediente	Participante1:	Participante2:
	Participante3:	Participante4:
	Participante5:	Participante6:

Below the table, there is a code editor with the following code:

```
PROGRAM Prog1 (input,output);
var
  a,b:char;
  c:integer;
PROCEDURE P1 (var x:integer);
var
  b,d :integer;
  FUNCTION F1(x:real):integer;
  var
    a,h :integer;
  begin
    <cuerpo de F>
  end; (funcion F)
begin
  <cuerpo P1>
end; (procedimiento P1)
```

At the bottom, there is a "HERRAMIENTAS" section with links for CHAT and WIKI.

Figura 16. Interfaz de usuario de CIF-L en un navegador Web

#### 4.6. MODELADO DE CIF MEDIANTE LENGUAJES DE MODELADO EDUCATIVO

Información más detallada de la implementación de los paquetes IMS CC que dan soporte a cada una de las IDC de CIF-L puede ser consultada en la publicación de la revista RITA (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Ahijado-Sánchez, et al., 2014).

#### 4.7 Otras herramientas.

Como precursor de la plataforma MoCAS se desarrolló la herramienta denominada "Trazas de Programas en Ambientes Colaborativos de Aprendizaje con Computación Móvil" (TACAC), que permite a los alumnos hacer una traza colaborativa sobre código Pascal. Los alumnos pueden proponer valores a los identificadores de un programa (variables) de forma colaborativa, mediante un proceso de argumentación y discusión centralizado en la propia herramienta. Los valores propuestos son comparados con los valores reales mediante la ejecución paso a paso del código fuente.

La herramienta TACAC sentó las bases en la utilización de herramientas colaborativas para el aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores. Como inspiradora de MOCAS, TACAC está desarrollada en Visual Basic .Net bajo una arquitectura cliente/servidor. TACAC está integrada en la última versión (versión para navegador) de MoCAS, versión 3. En la Figura 13, donde se presenta la interfaz, se puede observar en la parte superior derecha, dos botones, *Visivility* y *Debugging*, que permiten intercambiar entre la funcionalidad descrita para MoCAS (botón *Visibility*) o TACAC (botón *debugging*). No obstante, esta funcionalidad solo está operativa para los ejercicios desarrollados en Pascal.

Debido a que la funcionalidad servidora ha sido descrita en la versión 1 de MoCAS, centramos las descripciones únicamente en los clientes (dispositivos PDA con sistema operativo Windows Mobile), así como la funcionalidad para la depuración de código colaborativo.

Una vez el alumno se ha logado en su respectiva clase, unido a un grupo, y seleccionado uno de los ejercicios disponibles para la clase, aparece en su dispositivo móvil una interfaz como la mostrada en la Figura 17. El alumno puede arrancar o parar la ejecución paso a paso. Avanzar o retroceder sobre la línea actual de ejecución (se resalta en amarillo la próxima línea). También se puede ver el valor de la variable o asignar un valor estimado. Incluso se pueden remarcar áreas de código gráficamente, con círculos o líneas, con el objetivo de centrar la discusión colaborativa.

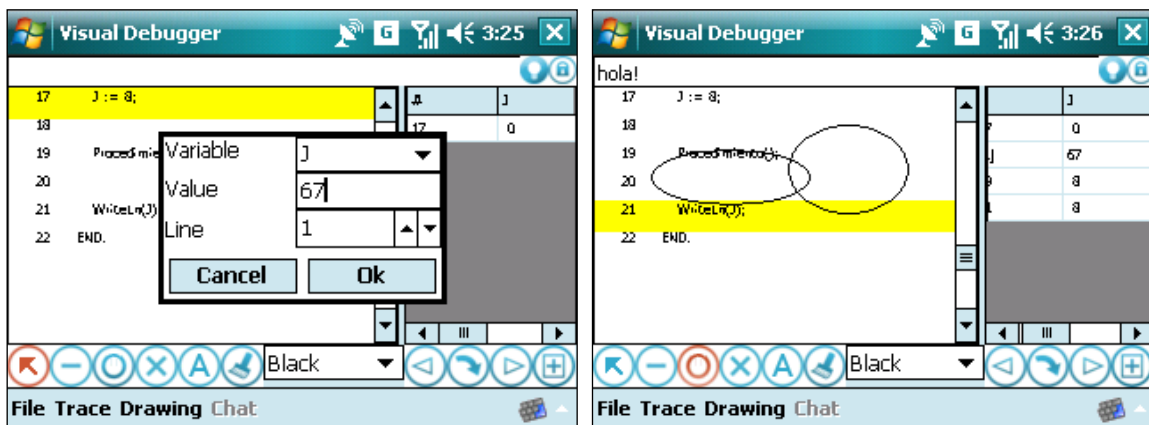


Figura 17. Interfaz de cliente herramienta TACAC.

## CAPÍTULO 4. HERRAMIENTAS DESARROLLADAS DE SOPORTE A CIF

Lamentablemente, el prototipo inicial de TACAC en su versión cliente/servidor era poco robusto, lo que desaconsejó su utilización en experimentación. Sin embargo, en la versión 3 de MoCAS se ha integrado en la plataforma, una vez depurada y ampliada su funcionalidad (chat de comunicación, códigos de colores para mostrar suposiciones correctas de variables, etc) permitiéndose su utilización para futuros experimentos. La Figura 18 muestra la interfaz de TACAC en MoCAS versión 3. Para un mayor detalle sobre el *feedback* proporcionado, la Figura 19 muestra cómo las propuestas colaborativas correctas se marcan con un tic verde y las erróneas con un aspa roja.

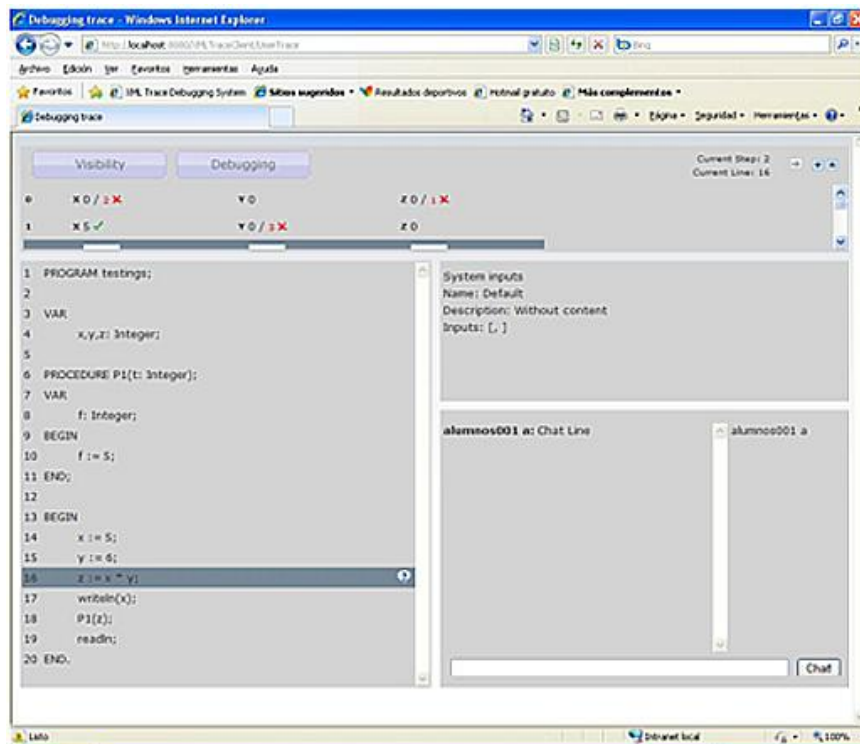


Figura 18. TACAC mejorada e integrada en MoCAS v3

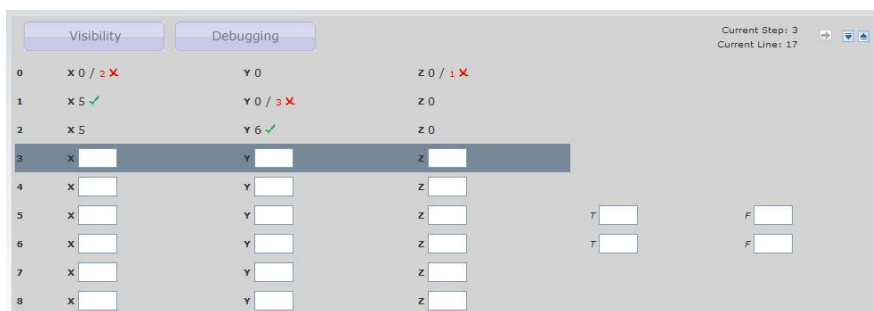


Figura 19. Área de variables desplegada TACAC en MoCAS v3

### 4.8 Resumen

En este capítulo se han presentado las aportaciones tecnológicas que mediante prototipos *software* han sido desarrolladas en esta memoria. La principal herramienta desarrollada y denominada MoCAS, es una herramienta *ad-hoc* que da soporte computacional a la primera ficha de CIF en el aprendizaje de la programación procedimental. MoCAS ha evolucionado gracias a su utilización en el aula, incorporando un amplio espectro de clientes *hardware*, desde dispositivos *handheld*, en su primer prototipo, hasta tabletas u ordenadores personales en su segundo y tercer prototipo. Su arquitectura inicial basada en servicios web, ha permitido su escalabilidad e incorporar de nuevas funcionalidades, permitiendo sumar funcionalidades y clientes tecnológicos al prototipo inicial, lo que nos permite afirmar su gran potencial de reutilización para nuevos desarrollos.

Además de MoCAS, se ha realizado la aplicación TACAC para la realización de trazas colaborativas. Lamentablemente, esta aplicación no ha sido utilizada en experimentación, pero sí ha sido integrada en MoCAS en su última versión (versión 3).

MoCAS ha sido utilizada con alumnos de grado en ingeniería informática en sus versiones primera y tercera, tal y como se indica en el capítulo 5. De su utilización se ha obtenido un amplio *feedback* que ha permitido mejorar tanto su usabilidad como su fiabilidad, mejoras incorporadas en sus sucesivas versiones.

Además, se han identificado un conjunto de problemáticas propias a toda aplicación *ad-hoc*, que han propiciado la exploración de entornos *e-learning* para el soporte computacional de CIF. Atendiendo a estas limitaciones, junto con la ambigüedades inherentes a la especificación de CIF mediante lenguaje natural, se ha explorado el modelado de CIF mediante el lenguaje formal de modelado IMS-LD y su incorporación a una plataforma *e-learning* como es Moodle, dando lugar al marco instruccional denominado CIF-L. Esta nueva vertiente tecnológica supone una nueva línea de investigación prometedora, que permite solventar la problemática identificada con la herramienta *ad-hoc* MoCAS, así como una mayor difusión de CIF gracias al apoyo del bien conocido Moodle.



## Capítulo 5. Evaluación

*En el capítulo 3 se ha descrito el marco instruccional colaborativo CIF (Collaborative Instructional Framework). La aplicación de CIF para el dominio del aprendizaje de la programación imperativa, ha inspirado el desarrollo de la plataforma multi-modal MoCAS. En el presente capítulo describimos las evaluaciones realizadas en tres experimentos realizados en los cursos académicos 2007/2008, 2010/2011 y 2011/2012. Los dos primeros experimentos tuvieron como objetivo la evaluación de la variable de estudio eficacia educativa. En el primer experimento se evalúa CIF frente al aprendizaje individual. El segundo experimento, evalúa CIF y a la plataforma informática MoCAS en su primera versión frente a otras metodologías didácticas. Por último, el tercer experimento valida CIF y MoCAS en versión web frente a otras metodologías didácticas, respecto a la eficacia de aprendizaje, así como su impacto en la motivación de los alumnos. En las tres evaluaciones se han analizado e interpretado los datos estadísticamente.*



## 5.1 Tipos de evaluación

Dentro de la investigación evaluadora existen dos métodos principales, evaluación cualitativa y cuantitativa. T.D Cook y CH.S. Reichardt (Cook, Reichardt, Méndez, & Solana, 1986) ofrecen un completo panorama de los dos métodos, buscando compatibilidades y complementariedad.

Se entienden por métodos cuantitativos, las técnicas experimentales aleatorias, cuasi-experimentales, estudio de muestras, análisis estadísticos multi-variados, etc. Por métodos cualitativos, se entienden las entrevistas en profundidad, la observación participativa, etnográfica, etc. Este nuevo enfoque de compatibilidad y complementariedad es utilizado en la investigación realizada en esta memoria de tesis doctoral, donde mediante métodos cuantitativos se analizan los resultados experimentales, y mediante un análisis cualitativo se obtiene un *feedback* de las experiencias de los alumnos en los diferentes experimentos. Este enfoque dual nos ha permitido contrastar las hipótesis planteadas mediante los análisis cuantitativos que se describen en el presente capítulo, así como orientar la evolución de los sucesivos experimentos gracias a la información cualitativa recogida.

## 5.2 Motivación en el proceso de aprendizaje

Tal y como se ha presentado en el estado del arte, la motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje tiene un rol muy relevante. Dentro de las teorías existentes sobre la motivación, esta memoria se centra en la teoría de la auto-determinación y, más concretamente, en la motivación situacional. Para medir cómo afecta a la motivación de los alumnos en las diferentes aproximaciones instruccionales utilizadas en la investigación de esta memoria, se ha utilizado un instrumento lo más validado posible.

Bajo esta premisa, para evaluar la motivación situacional, se ha identificado el instrumento SIMS (*Situational Motivation Scale*) (Guay, Vallerand, & Blanchard, 2000) como instrumento óptimo. SIM consta de 16 ítems que permiten evaluar las cuatro dimensiones de la motivación de acuerdo a la teoría de la autorregulación: motivación intrínseca, motivación extrínseca vía regulación identificada, motivación extrínseca vía regulación externa y desmotivación. Los autores de SIMS demostraron que la escala era adecuada para medir diversos tipos de motivación en contextos educativos, tanto en el laboratorio como en los estudios de campo, satisfaciendo los niveles de consistencia interna en todas las subescalas de la motivación. Por tanto, SIMS es un instrumento adecuado para medir la motivación situacional en el contexto educativo.

Lamentablemente, SIMS es un instrumento implementado en lengua inglesa; no obstante, investigadores canarios recientemente propusieron una versión en español de SIMS denominada EMSI (Escala de Motivación Situacional) (Martín-Albo, Núñez, & Navarro, 2009). EMSI se obtuvo mediante la traducción al castellano y la traducción inversa al inglés de acuerdo al procedimiento *parallel back-translation* (Brislin, 1986). Los autores evaluaron la escala EMSI en una experimentación con alumnos de grado en un contexto educativo con el fin de evaluar sus características psicométricas. Como consecuencia de la evaluación, se propuso la eliminación de los ítems 10 y 11 de la escala original SIMS (correspondientes respectivamente a la motivación externa vía identificación regulada y vía regulación externa), con el fin de proporcionar una mayor consistencia a las subescalas. Como resultado de la validación, EMSI consta de 14 ítems agrupados en cuatro subescalas o dimensiones de la motivación. Cada ítem responde a

## 5.2. MOTIVACIÓN EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE

preguntas diferentes como "¿Por qué estoy haciendo esta tarea/actividad en este momento?". Cada ítem está medido en una escala ponderada del 1 al 7, siendo 1- no se corresponde en absoluto con lo que pienso, 7 - se corresponde exactamente con lo que pienso y el término intermedio 4 - se corresponde al 50% con lo que pienso.

Los 14 ítems están repartidos en las cuatro dimensiones del siguiente modo:

- Motivación Intrínseca: ítems 1, 5, 9 y 11. Como ejemplo el ítem 5 es: "Porque disfruto con esta actividad".
- Motivación Extrínseca vía regulación identificada: ítems 2, 6 y 12. Ejemplos de los ítems son: "Por mi propio bien" y "Porque creo que esta actividad es buena para mí".
- Motivación Extrínseca vía regulación externa: ítems 3, 7 y 13. Un ejemplo de este tipo de ítems es: "Porque se supone que debo hacerlo".
- Desmotivación: ítems 4, 8, 10 y 14. Ejemplos de los ítems incluyen: "Puede que haya buenas razones para realizar esta actividad, pero yo no veo ninguna" y "Realizo esta actividad, pero no estoy seguro si vale la pena".

En el Apéndice E - Instrumentos Evaluación de CIF y MoCAS v3 se muestra el instrumento EMSI en su totalidad. Su utilización en el aprendizaje de la programación está disponible en (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Alcover, et al., 2014) (Velasco et al., 2012).

## 5.3 Evaluación de CIF

Como se ha descrito en el capítulo 3, el marco instruccional CIF facilita la instrucción de una clase colaborativa guiada por objetivos educativos. Con el fin de evaluar el impacto que tiene CIF en el aprendizaje de los alumnos se ha realizado un experimento donde comparamos dos metodologías didácticas, aprendizaje colaborativo guiado por CIF frente al aprendizaje tradicional (clase magistral) (Serrano Cámara et al., 2010).

### 5.3.1 Planteamiento del problema

El problema planteado se puede expresar como: se quiere comprobar si hay un aumento de aprendizaje en los alumnos mediante la realización de una clase colaborativa implementada con CIF, frente al aprendizaje alcanzado por alumnos que realizan una clase tradicional. Se entiende por clase tradicional aquella donde se imparte una clase magistral, se resuelven ejercicios individualmente y se resuelven en la pizarra. Para lo cual, se realizó un experimento de enseñanza-aprendizaje para el dominio del aprendizaje de la programación en CS1 sobre los conceptos de ámbito y vigencia de identificadores.

El experimento constó de las siguientes etapas y puntos de recogida de información:

- (a) clase magistral para la introducción de los conceptos de ámbito y vigencia de identificadores.
- (b) pre-test para medir el conocimiento de los alumnos antes del experimento propiamente dicho.

- (c) división del aula en alumnos que realizan aprendizaje individual y alumnos que realizan aprendizaje colaborativo guiado por CIF.
- (d) post-test para medir su nivel de conocimiento después del experimento.

### 5.3.2 Formulación de hipótesis

Se quiere verificar si la diferencia en el nivel de aprendizaje de los dos grupos es lo suficientemente significativa.

Como se ha descrito en el planteamiento del problema, se quiere evaluar el aprendizaje de los alumnos mediante dos metodologías didácticas distintas, mediante una clase magistral y una clase colaborativa guiada por CIF. Por lo tanto, nuestra hipótesis de trabajo puede ser enunciada como:

"la utilización en el aula del marco instruccional CIF mejora la eficacia en el aprendizaje de los alumnos, frente una metodología de aprendizaje individual"

Para facilitar su contraste estadístico, se desglosa la hipótesis en cinco hipótesis nulas relacionadas:

*H<sub>0</sub>*: "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en el aprendizaje de los alumnos".

*H<sub>01</sub>*: "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en el aprendizaje del subconcepto 1, 'Ámbito y vigencia de identificadores', en los alumnos".

*H<sub>02</sub>*: "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en el aprendizaje del subconcepto 2, 'Paso de parámetros a subprogramas', en los alumnos".

*H<sub>03</sub>*: "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en el aprendizaje del subconcepto 3, 'Estructura de programa', en los alumnos.

*H<sub>04</sub>*: "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en el aprendizaje del subconcepto 4, 'Efectos laterales en variables', en los alumnos".

Para ellos se diseña un experimento cuantitativo, con toma de datos previa y posterior a la realización del experimento. Sobre los datos se ha realizado un estudio estadístico, estableciendo un nivel de confianza estándar en estudios sociológicos del 95%.

### 5.3.3 Identificación de variables

En esta experimentación la variable independiente es la metodología didáctica utilizada, en concreto aprendizaje individual o aprendizaje colaborativo guiado por CIF.

La variable dependiente es la eficacia de aprendizaje (LE, *Learning Efficiency*), entendida como la diferencia entre los conocimientos después de realizar el experimento (post-test) frente a los conocimientos de partida, para un determinado concepto (pre-test).

### 5.3. EVALUACIÓN DE CIF

$$LE = post-test - pre-test$$

La variable LE es dependiente de otras variables que medimos, procedentes de una prueba previa a la experiencia (pre-test) y una prueba posterior a la experiencia (post-test).

El concepto de estudio es el "ámbito y vigencia de identificadores", es decir, dónde se puede utilizar un identificador, variable o subprograma.

#### 5.3.4 Población y Muestra

Para la experimentación se eligió a un grupo de 45 alumnos de primer curso de la asignatura Metodología y Tecnología de la Programación de la titulación Ingeniería Técnica de Informática de Gestión, en la que se imparten los contenidos de introducción a la programación imperativa. La elección del grupo se realizó mediante técnicas de muestreo aleatoria sobre los grupos en los que se imparte la asignatura en los diferentes campus universitarios de la Universidad Rey Juan Carlos. Los datos se tomaron en el campus de Vicalvaro de la Universidad Rey Juan Carlos en el curso académico 2007/2008.

El lenguaje de programación utilizado fue Pascal ya que es el lenguaje de referencia utilizado en la asignatura, que por su alto tipado, resulta un lenguaje de programación muy pedagógico. La Tabla 59 muestra la distribución de la muestra.

Tabla 59. Distribución de las muestras

Grupos	Aproximación pedagógica	Estudiantes
INDIVIDUAL	Clase tradicional	18
CIF	Instrucción Colaborativa guiada por CIF	27
<b>TOTAL</b>		45

#### 5.3.5 Desarrollo del experimento

La experiencia se realizó en varias sesiones, todas ellas en el aula, y se llevó a cabo en 4 etapas (ver Figura 20). Las etapas 1 y 2 se realizaron en una sesión de dos horas y las etapas 3 y 4 en la siguiente sesión de dos horas. Entre las sesiones transcurrieron 2 días. Debido a que el experimento se realizó en dos sesiones, a la primera sesión asistieron 42 alumnos y a la segunda sesión 45 alumnos. Esto fue debido al efecto llamado producido por la realización de una actividad novedosa. A efectos del experimento la variación de estos tres alumnos no es significativa.

A continuación se muestra el detalle de la implementación de las cuatro etapas:

- 1) Etapa 1. Clase introductoria. Se impartió una clase introductoria sobre el concepto de estudio "ámbito y vigencia de identificadores".
- 2) Etapa 2. Pre-test. Se realizó un pre-test para determinar el grado de asimilación de los conocimientos que habían adquirido los alumnos como consecuencia de

recibir la clase introductoria y determinar el grado de conocimiento antes de realizar las sesiones de trabajo individual y colaborativo con CIF.

- 3) Etapa 3. Actividad de enseñanza-aprendizaje. Se dividió el aula en dos áreas, 40% de alumnos (18 alumnos) realizaron actividades de aprendizaje de manera individual (grupo de control) y el 60% de los alumnos (27 alumnos) realizaron las actividades en grupos de forma colaborativa guiada por CIF (grupo experimental). Los grupos se formaron con alumnos al azar, seis grupos de cuatro alumnos y un grupo de tres alumnos.
- 4) Etapa 4. Post-test. En la última etapa se realizó un post-test a cada uno de los alumnos para evaluar el nivel de asimilación de conocimientos después de la actividad colaborativa e individual (recogiéndose los resultados por separado).

En la Figura 20 se ilustra la secuenciación de las etapas realizadas en el experimento.

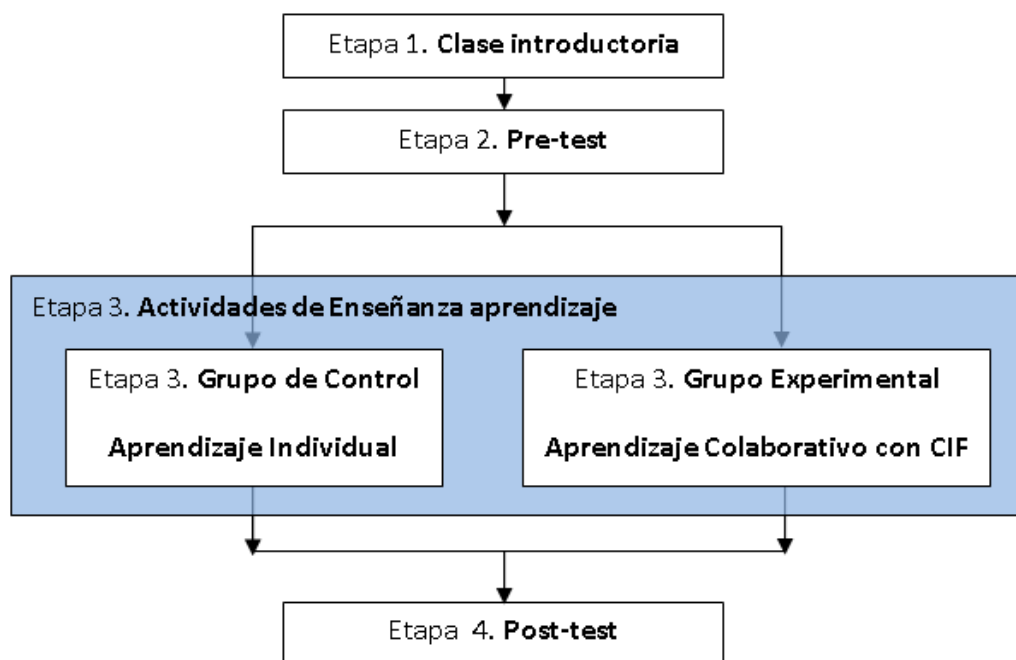


Figura 20. Desarrollo del experimento CIF y aprendizaje individual

### 5.3.6 Obtención de datos

La obtención de datos se realizan en dos puntos de medición, pre-test y post-test tal y como se muestra en la Figura 20. Los criterios para la realización de las pruebas han sido preguntas múltiples de selección triple y con una única respuesta correcta. El pretest consta de 14 preguntas y el posttest de 10 preguntas. El detalle de los test está disponible en el Apéndice C - Instrumentos Evaluación de CIF.

Para el aprendizaje del concepto de estudio se han de cubrir un conjunto de subconceptos encaminados al aprendizaje del concepto principal como son: (Subconcepto-1), ámbito y vigencia de identificadores; (Subconcepto-2), paso de parámetros a subprogramas; (Subconcepto-3), estructura de un programa; y (Subconcepto-4), efectos laterales en variables. En la Tabla 60 se muestran los cuatro subconceptos catalogados como Subconcepto-1 a Subconcepto-4, así como la relación de preguntas que los miden, tanto en el pre-test como en el post-test.

### 5.3. EVALUACIÓN DE CIF

Tabla 60. Conceptos a medir y número de preguntas en los test

Codificación Subconcepto <i>i</i>	Descripción Subconcepto	Número Preguntas	
		Pre-test	Post-test
Subconcepto-1	Ámbito y vigencia de identificadores	1-8, 10, 11, 13 y 14	1-5 y 8
Subconcepto-2	Paso de parámetros a subprogramas	8,11,14	8,10
Subconcepto-3	Estructura de programa	1-7 y 9	1,3,4,6 y 7
Subconcepto-4	Efectos laterales en variables	12	9

Una vez realizado el experimento se realizó la codificación de las respuestas de los alumnos mediante una hoja Excel. Para la codificación de los datos se utilizó el siguiente criterio: +1 si son respuestas correctas, -0,33 si son respuestas erróneas y 0 si no son contestadas.

#### 5.3.7 Resultados

Los test fueron resueltos por todos los alumnos participantes, clasificándose posteriormente aquellos que habían realizado la actividad de enseñanza-aprendizaje individualmente o colaborativamente con CIF. Para el análisis de los datos se utilizó la herramienta estadística SPSS.

Los estadísticos descriptivos de las muestras se detallan en la Tabla 61 y Tabla 62.

Tabla 61. Estadísticos descriptivos generales pre-test y post-test

Estadísticos descriptivos muestrales	Pre-test	Post-test	
		Grupo Control Aprendizaje individual	Grupo Experimental Aprendizaje colaborativo con CIF
Media	3,80	3,61	3,73
Mediana	2,40	3,35	4,68
Varianza	4,29	4,37	3,50
Desviación Típica	2,07	2,09	1,87
Rango	-1,4..7,15	-0,31..7,34	-0,34..6,01

Tabla 62. Estadísticos descriptivos post-test por subconceptos

Codificación Concepto Postest	Tipo aprendizaje	N	Media	Mediana	Varianza	Desviación Típica	Rango
Subconcepto-1	Individual	18	0,5227	0,5570	0,07	0,26418	0,11 .. 1,00
	Colaborativo	27	0,3864	0,3900	0,07	0,26306	-0,11 .. 0,78
Subconcepto-2	Individual	18	0,3350	0,3350	0,05	0,22809	-0,33 .. 1,00
	Colaborativo	27	0,2857	0,3350	0,10	0,31549	-0,33 .. 1,00
Subconcepto-3	Individual	18	0,4864	0,4680	0,08	0,28839	-0,06 .. 1,00
	Colaborativo	27	0,3473	0,2680	0,09	0,30698	-0,06 .. 1,00
Subconcepto-4	Individual	18	0,1133	-0,3300	0,42	0,64514	-0,33 .. 1,00
	Colaborativo	27	0,3104	-0,3300	0,46	0,67720	-0,33 .. 1,00



## 5.3.8 Análisis de los datos

Una vez mostrados los estadísticos descriptivos muestrales, se procede a rechazar o no las hipótesis nulas planteadas; para ello realizamos un estudio estadístico en dos grandes bloques:

(a) Estudio estadístico por subconceptos. Estudio estadístico para cada una de las agrupaciones de las variables en subconceptos (subconcepto-1 a subconcepto-4) del grupo de experimental frente al grupo de control.

(b) Estudio estadístico global. Estudio estadístico comparativo sobre los datos totales del postest en el grupo de control y el grupo experimental (aprendizaje individual vs. colaborativo con CIF).

(a) Estudio estadístico por subconceptos.

Para el análisis de los diferentes subconceptos se han realizado los siguientes estudios estadísticos:

a.1) Estudio 1. Comparación de las medias muestrales mediante la estimación de parámetros.

a.2) Estudio 2. Prueba de normalidad mediante *Shapiro-wilk*, ya que el tamaño de las muestras es menor de 50 elementos.

a.3) Estudio 3. Prueba no paramétrica de muestras independientes *Mann-Whitney*. Como se indica más adelante, las muestras no cumplen normalidad, por lo tanto, no se puede utilizar la prueba T-test.

A continuación se desarrollan y presentan los análisis estadísticos.

a.1) Estudio 1 - Comparación de las medias muestrales mediante la estimación de parámetros. En la Tabla 63 se muestran los intervalos de confianza para cada uno de los cuatro subconceptos en el grupo experimental (colaborativo) y en el grupo de control (individual).

Tabla 63. Intervalos de confianza

Codificación Concepto Postest	Tipo aprendizaje	n	Intervalo de confianza para la media al 95%		Desviación Típica
			Límite inferior	Límite superior	
Subconcepto-1	Individual	18	0,3913	0,6541	0,26418
	Colaborativo	27	0,2823	0,4904	0,26306
Subconcepto-2	Individual	18	0,2216	0,4484	0,22809
	Colaborativo	27	0,1609	0,4105	0,31549
Subconcepto-3	Individual	18	0,3430	0,6299	0,28839
	Colaborativo	27	0,2258	0,4687	0,30698
Subconcepto-4	Individual	18	-0,2075	0,4342	0,64514
	Colaborativo	27	0,0425	0,5783	0,67720

Observando los intervalos de confianza entre los pares Subconcepto-1 individual (0,3913 , 0,6541) y Subconcepto-1 colaborativo (0,2823 , 0,4904) de la Tabla 63, se observa la existencia de intersección. El límite inferior del aprendizaje individual 0,3913 está situado entre el límite inferior y superior del intervalo de confianza del

### 5.3. EVALUACIÓN DE CIF

aprendizaje colaborativo (0,2823 , 0,4904). Esta intersección no permite afirmar que exista diferencia estadística significativa, entre los resultados del grupo experimental (colaborativo) frente al grupo de control (individual), para el subconcepto-1.

Procediendo de forma similar, tenemos los intervalos de confianza para los subconcepto 2, 3 y 4 en sus dos tipo de aprendizaje que también tienen intersecciones; por lo tanto, en ninguno de los subconceptos existe evidencia estadística para poder afirmar la diferencia en el resultado de las muestras. Teniendo en cuenta estos resultados, las hipótesis nulas por subconceptos,  $H_{o1}$ ,  $H_{o2}$ ,  $H_{o3}$  y  $H_{o4}$  se mantienen como hipótesis de partida, por lo tanto, no existe evidencia estadística de diferencia en el aprendizaje producido en el grupo experimental frente al grupo de control para ninguno de los subconceptos analizados.

a.2) Estudio 2 - La normalidad de las muestras de los conceptos (subconcepto-1 al subconcepto-4) se ha verificado mediante Shapiro-wilk por ser  $n \leq 50$ .

Tabla 64. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (p) por subconceptos.

	Grupo Control Aprendizaje Individual	Grupo Experimental Aprendizaje colaborativo con CIF
Subconcepto-1	0,146	0,014
Subconcepto-2	0,000	0,000
Subconcepto-3	0,000	0,000
Subconcepto-4	0,000	0,000

En la Tabla 64 se observa como el valor de error ( $p$ ) para todos los pares formados por el grupo de control y el grupo experimental, en todos los subconceptos, es menor al nivel de significación 0,05; por tanto, no son distribuciones normales, impidiendo la utilización de cualquier tipo de contraste de hipótesis estadísticas que tengas como pre-requisito la normalidad de las muestras, como por ejemplo T-test.

a.3) Estudio 3 - Se utiliza la prueba no paramétrica de muestras independientes *Mann-Whitney* para el contraste de hipótesis, con un nivel de significación  $\alpha= 0,05$ . En la Tabla 65 se puede observar cómo  $p$ -valor (última columna) cumple la desigualdad  $p$ -valor  $> \alpha$ ; por tanto, no se rechazan las hipótesis nulas  $H_{o1}$ ,  $H_{o2}$ ,  $H_{o3}$  y  $H_{o4}$ , es decir, no existen evidencia estadística en la mejora de la variable de estudio.

Tabla 65. Prueba no paramétrica de muestras independientes Mann-Whitney

Codificación Concepto	Tipo aprendizaje	N	Rango Promedio	U de Mann-Whitney	p-valor
Subconcepto-1	Individual	18	26,61	178,000	0,121
	Colaborativo	27	20,59		
Subconcepto-2	Individual	18	25,61	177,000	0,807
	Colaborativo	27	21,52		
Subconcepto-3	Individual	18	24,61	174,000	0,357
	Colaborativo	27	22,53		
Subconcepto-4	Individual	18	23,61	173,000	0,324
	Colaborativo	27	22,52		

Teniendo en cuenta los resultados del análisis de los subconceptos mediante intervalos de confianza y su corroboración mediante la prueba no paramétrica *Mann-Whitney*, se puede afirmar que no se ha experimentado una diferencia significativa en el

aprendizaje del grupo experimental frente al grupo de control para los subconceptos 1, 2, 3 o 4; por lo tanto, se aceptan las hipótesis nulas  $H_{01}$ ,  $H_{02}$ ,  $H_{03}$  y  $H_{04}$ .

(b) Estudio estadístico global.

Independientemente de los subconceptos, se procede a comparar las dos muestras poblacionales: grupo experimental y de control. Para ello, utilizamos la media, la mediana y la desviación típica mostradas en la Tabla 61.

Los resultados de la variable de estudio  $LE$  respecto a la media son: para el grupo de control -0,19 y para el grupo experimental -0,07. La media para el grupo experimental es 3,73 y para el grupo del control 3,61. Además, el valor de la desviación típica en el grupo de control es 2,09 frente a 1,87 del grupo experimental. Del análisis estadístico no se puede rechazar la hipótesis nula planteada " $H_{01}$ : 'La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en el aprendizaje de los alumnos'. No obstante, el grupo experimental, con mayor valor en la media para  $LE$  y menor dispersión de la muestra, aunque no son estadísticamente significativos, de manera cautelara y exploratoria, podemos interpretar una tendencia de mejora en los niveles de aprendizaje de los alumnos.

No obstante, hay que remarcar que el aprendizaje en ambos grupos no ha sido satisfactorio, ya que alberga niveles negativos.

### 5.3.9 Conclusiones sobre la evaluación

Los resultados obtenidos en el estudio estadístico sobre el concepto principal no permiten identificar una diferencia estadística entre el grupo experimental y el grupo de control; por tanto, se acepta la hipótesis nula  $H_{01}$ : "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en el aprendizaje de los alumnos". Así mismo, de los resultados obtenidos del análisis estadístico de los subconceptos (subconcepto-1 a subconcepto 4) no han presentado diferencias significativas en la eficacia del aprendizaje entre el grupo de control frente al experimental; por lo tanto, se aceptan las hipótesis nulas  $H_{01}$ ,  $H_{02}$ ,  $H_{03}$  y  $H_{04}$ .

Teniendo en cuenta los resultados por subconceptos, y sobre el concepto principal, no se puede aceptar la hipótesis de partida del experimento, enunciada como "*la utilización en el aula del marco instruccional CIF mejora la eficacia en el aprendizaje de los alumnos frente una metodología de aprendizaje individual*".

No obstante, los estadísticos media y varianza del concepto principal de estudio en el grupo experimental, con un mayor valor en la media y menor valor en la desviación típica, nos permiten, de manera cautelara y exploratoria, interpretar una tendencia de mejora en los niveles de aprendizaje de los alumnos.

Adicionalmente, se identifica el subconcepto-1 como aquel que más influencia tiene en el estudio (ver Tabla 60), ya que es el subconcepto medido por mayor número de preguntas. Por tanto, una mejoría en la eficacia del aprendizaje para el subconcepto-1 afectaría positivamente al resultado de las pruebas objetivas.

### 5.3. EVALUACIÓN DE CIF

Complementariamente, se mantuvieron entrevistas con los alumnos y profesores para recabar su opinión (tanto para el grupo de control como para el experimental). Las conclusiones de los profesores fueron que, en general los alumnos no están habituados a un modelo instruccional de la clase colaborativa, en la que tienen que asumir un rol activo. Esta apreciación se hizo patente en la baja participación inicial de los alumnos en los procesos de discusión y argumentación. A medida que fueron avanzando las sesiones, el nivel de participación aumentó. Los alumnos indicaron sentirse cómodos durante la experiencia, si bien, en determinados puntos de la misma se encontraban algo perdidos, echando en falta una mayor guía durante la experiencia.

Gracias a esta información, se propone la incorporación de una dimensión tecnológica que facilite la aplicación y evaluación de CIF. Dicha propuesta se materializa en una herramienta colaborativa de computación móvil centrada en el subconcepto-1, de acuerdo a las necesidades informáticas propuestas en el apartado "4.2 Discusión sobre funcionalidades informáticas necesarias para CSCL y CIF". La herramienta denominada MoCAS (*Mobile Collaborative Argument Support*), y su impacto en la variable de estudio eficacia de aprendizaje y motivación ha sido evaluada en la experimentación.

### 5.4 Evaluación de CIF y MoCAS v1

En esta sección se presenta la experimentación realizada en el curso académico 2010/2011 (Serrano Cámara et al., 2012) donde se comparan cuatro aproximaciones metodológicas: clase tradicional, clase colaborativa, clase colaborativa guiada por CIF y clase colaborativa guiada por CIF e instrumentada mediante MoCAS. MoCAS fue propuesta en la experimentación anterior como una herramienta informática móvil y colaborativa para el dominio del aprendizaje de la programación del concepto "ámbito y vigencia de identificadores". La herramienta MoCAS consta de tres clientes desarrollados para plataforma como Smartphone, PC y PC vía browser. En la presente evaluación se ha utilizado el cliente para dispositivos móviles denominado MoCAS v1.

La experimentación se realizó en dos campus de la Universidad Rey Juan Carlos en titulaciones de Grado en Informática. A continuación, describimos más detalladamente los objetivos, hipótesis, población y desarrollo del experimento, así como los resultados obtenidos.

#### 5.4.1 Objetivos

De la experimentación realizada con CIF (primera experimentación) se identificó como mejora la creación de un apoyo informático para el marco instruccional en el concepto del ámbito y vigencia de identificadores. La herramienta MoCAS presentada en el tema 4, da soporte instruccional completo al marco instruccional CIF respecto al concepto "ámbito y vigencia de identificadores".

Para la verificar la aportación que CIF y CIF junto MoCAS tienen en el aprendizaje de los alumnos, se diseñó un experimento que compara cuatro metodologías de aprendizaje distintas: aprendizaje tradicional, aprendizaje colaborativo, aprendizaje colaborativo guiado por CIF y aprendizaje colaborativo guiado por CIF y soportado por MoCAS. A continuación se detalla el experimento realizado.

### 5.4.2 Formulación de la Hipótesis

Se quiere verificar si la diferencia en el nivel de aprendizaje de cuatro grupos que utilizan diferentes metodologías de enseñanza es lo suficientemente significativa.

Se plantea la hipótesis de trabajo enunciada como:

*“la utilización del marco instruccional CIF soportado por la herramienta MoCAS mejora la eficacia del aprendizaje frente a otras metodología pedagógicas”*

Para facilitar el análisis estadístico se plantean las siguientes hipótesis nulas relacionadas:

$H_{01}$ : "La utilización del marco instruccional CIF junto a MoCAS no influye significativamente en el aprendizaje de los alumnos".

$H_{02}$ : "La utilización del marco instruccional CIF sin soporte informático no influye significativamente en el aprendizaje para los alumnos".

Para ello, se diseña un experimento cuantitativo, con toma de datos previa y posterior a la realización del experimento. Sobre los datos se ha realizado un estudio estadístico, estableciendo un nivel de confianza estándar en estudios sociológicos del 95%.

### 5.4.3 Identificación de variables

La variable independiente es la metodología pedagógica utilizada, siendo en este experimento: individual, colaborativo, colaborativo con CIF, y colaborativo con CIF y la herramienta MoCAS.

La variable dependiente, denominada Eficacia de Aprendizaje (LE, *Learning Efficiency*), se define como el nivel de conocimiento adquirido por un alumno en el concepto de estudio "ámbito y vigencia de identificadores"; es decir, dónde se puede utilizar un identificador, variable o subprograma. Definimos LE para cada estudiante como la diferencia entre las puntuaciones en el post-test y pres-test según la siguiente fórmula.

$$LE = \text{post-test} - \text{pre-test}$$

La variable de estudio LE es dependiente de otras variables procedentes del post-test y del pre-test.

### 5.4.4 Población y Muestra

Para la experimentación se eligieron 215 alumnos de primer curso de la asignatura de Introducción a la Programación (IP) de las titulaciones Grado de Ingeniería Informática, Grado de Ingeniería del Software, Grado en Ingeniería de Sistemas, Doble Grado en Ingeniería Informática y Matemáticas y, Doble Grado en Ingeniería Informática y Software. Los dobles grados comparten aula en asignaturas comunes como IP, disponiéndose por lo tanto de cuatro aulas para la asignatura. En la asignatura se imparten los contenidos de introducción a la programación imperativa. El lenguaje de programación utilizado fue Pascal, ya que es el lenguaje de referencia utilizado en la

## 5.4. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V1

asignatura. Los datos se tomaron en los campus de Móstoles y Vicálvaro de la Universidad Rey Juan Carlos en el curso académico 2010/2011.

En la Tabla 66 se muestran el número de participantes por cada una de las metodologías de aprendizaje: Individual (INDIV), alumnos que han aprendido de forma individual; Colaborativa (C), alumnos que han aprendido de forma colaborativa de acuerdo a los criterios de un docente; CIF, aprendizaje colaborativo guiado por el marco instruccional CIF; y CIF+MoCAS, aprendizaje colaborativo guiado por CIF y utilizando MoCAS.

Tabla 66. Distribución de muestras experimento CIF y MoCAS versión 1

Grupos	Aproximación pedagógica	Estudiantes
INDIV	Clase tradicional	57
C	Instrucción Colaborativa	50
CIF	Instrucción Colaborativa guiada por CIF	42
CIF+MoCAS	Instrucción Colaborativa guiada por CIF y soportada por MoCAS	66
<b>TOTAL</b>		215

### 5.4.5 Desarrollo del experimento

El experimento se realizó en cuatro etapas, con una duración total de 2 horas. La Figura 21 ilustra los pasos de la experimentación, que detalladamente son:

- 1) Etapa 1. Pre-test. Cuyo objetivo es medir el conocimiento de los estudiantes sobre la variable dependiente definida como conocimientos sobre el ámbito y la vigencia de identificadores en un lenguaje de programación. Cada test fue contestado individualmente, y duró 20 minutos.
- 2) Etapa 2. Clase introductoria. Se realizó una clase introductoria explicando los conceptos básicos de ámbito y vigencia de identificadores. La duración de la clase fue de 15 minutos.

Una vez realizada la clase introductoria, para los tres grupos colaborativos se dedicaron 20 minutos a la organización de grupos, distribuir los ejercicios y explicar la actividad a los estudiantes. En el grupo de aprendizaje individual (INDIV), esos 20 minutos se dedicaron colocar a los alumnos y repartir los ejercicios.

- 3) Etapa 3. Actividad de enseñanza-aprendizaje. Se formaron cuatro agrupaciones, un aula para cada titulación. Cada agrupación realizó la actividad mediante una aproximación diferente de enseñanza-aprendizaje (detalladas más adelante), de 45 minutos de duración
- 4) Etapa 4. Post-test. Una vez realizada la actividad de enseñanza-aprendizaje, los alumnos realizaron un post-test de forma individual, con una duración de 20 minutos. El objetivo del post-test fue medir el conocimiento adquirido por los alumnos en las cuatro metodologías de aprendizaje.

Cabe destacar que los pasos 1, 2 y 4 fueron iguales para todos los estudiantes, independientemente de la metodología de aprendizaje utilizada, mientras que el paso 3 se desarrolló bajo cuatro metodologías didácticas.

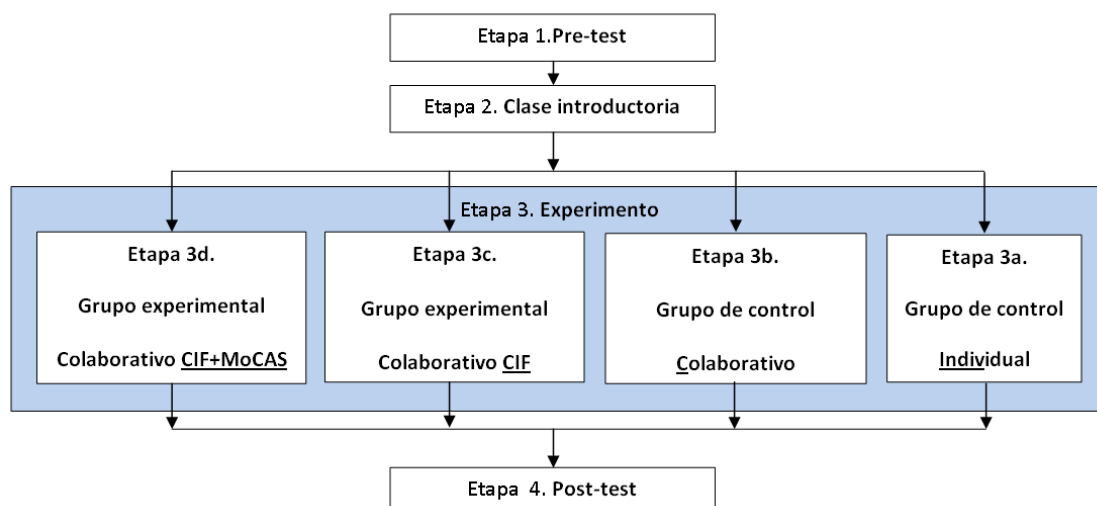


Figura 21. Desarrollo del experimento CIF y MoCAS versión 1

La actividad de enseñanza-aprendizaje (paso 3, Figura 21) se realizó según cuatro metodologías de aprendizaje diferentes. A continuación detallamos cada una de ellas:

Etapa 3a) Individual. Es el grupo de control denominado (INDIV). La clase se basó en una clase magistral tradicional, donde se pedía a los alumnos que resolviesen de forma individual los ejercicios propuestos por el profesor (30 minutos). Una vez finalizado dicho tiempo, y durante 15 minutos, el profesor resolvió en la pizarra los ejercicios, aclarando las dudas surgidas.

Etapa 3b) Colaborativo. Grupo de control colaborativo (C). La clase se desarrolló utilizando un acercamiento colaborativo. El profesor formó grupos de alumnos, al azar, de 4 estudiantes. Cada grupo resolvió diferentes ejercicios durante 30 minutos. Una vez finalizado el tiempo colaborativo, durante 15 minutos el profesor resolvió las dudas a toda la clase.

Etapa 3c) Colaborativo CIF. Grupo experimental colaborativo utilizando CIF (CIF). La clase se desarrolló utilizando la aproximación metodológica de CIF. El profesor implementó la actividad conforme a la guía de CIF, formando grupos de 4 alumnos tomados al azar. A cada grupo se le distribuyó dos ejercicios. Cada ejercicio consistía en rellenar de forma colaborativa una tabla con el ámbito y la vigencia de los identificadores encontrados en los códigos. La actividad duró 30 minutos. Durante los 15 minutos posteriores, un alumno de cada grupo rellenó la tabla resultado, creada por su grupo, en la pizarra. La clase discutió sobre las respuestas dadas por los grupos, mientras el profesor desempeñó un rol de mediación en la discusión.

Etapa 3d) Colaborativo CIF + MoCAS. Grupo experimental colaborativo utilizando CIF y la herramienta informática MoCAS (CIF+MoCAS). La clase se realizó mediante un acercamiento colaborativo utilizando la metodología CIF y con el soporte informático de MoCAS. Debido a la falta de suficientes dispositivos móviles, se realizó en 5 sesiones en un laboratorio informático, a razón de 12 alumnos por sesión. En primer lugar, el profesor agrupó a los estudiantes utilizando MoCAS, 4 alumnos por grupo (12 alumnos por sesión), explicando la utilización de la herramienta con un ejemplo (los 20 minutos utilizados en las otras aproximaciones

## 5.4. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V1

para organizar y distribuir los grupos). En un segundo paso, el profesor distribuyó un ejercicio a los grupos (el mismo a todos los grupos). Cada alumno, utilizando su dispositivo móvil, relleno una tabla colaborativamente sobre el ámbito y vigencia de los identificadores para cada sección de código del ejercicio propuesto. El proceso duró 30 minutos. Simultáneamente, y mediante un proyector, se mostró el ejercicio (código fuente) en la clase mediante MoCAS. Una vez transcurrido el tiempo asignado, el profesor, con el apoyo de MoCAS y el proyector, mostró la tabla resultante de la colaboración de los alumnos, fusionando las contribuciones de los grupos, de tal forma que se pudiera saber a qué grupo pertenecía cada propuesta. Esta tabla con la solución de toda la clase permitió y dio soporte a un proceso de discusión de aciertos y desacuerdos de los grupos, produciéndose una argumentación de los alumnos sobre sus discrepancias. Finalmente, MoCAS generó automáticamente la solución correcta y la cotejó con la solución colaborativa de la clase, mostrando: errores, aciertos e identificadores no utilizados. Los errores y desacuerdos fueron aclarados por el profesor durante los 15 últimos minutos.

En el experimento participaron 4 profesores con más de 4 años de experiencia docente en la materia. Cada uno de ellos participó en un experimento. Las actividades para los grupos de control INDIV y C fueron desarrolladas por profesores sin conocimientos del marco instruccional CIF, para evitar interferencias entre los experimentos.

### 5.4.6 Obtención de datos

Las pruebas objetivas se llevaron a cabo mediante un pre-test y un post-test compuestos de preguntas múltiples de tres opciones, con una única respuesta correcta. El pre-test constaba de 12 preguntas y el post-test de 11 preguntas. Ambos test son referenciados a valores de 1 a 10. El detalle de los test está disponible en el Apéndice D - Instrumentos Evaluación de CIF y MoCAS v1.

### 5.4.7 Resultados

La descripción de los resultados estadísticos de las pruebas objetivas pre-test y post-test se muestran en la Tabla 67.

Tabla 67. Estadísticos descriptivos del experimento CIF y MoCAS versión 1

Paradigmas de aprendizaje	Pre-test		Post-test		Media de LE
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	
INDIV	1,50	2,12	2,74	2,44	1,24
C	2,48	2,26	4,52	2,45	2,04
CIF	1,94	2,59	5,30	2,61	3,36
CIF + MoCAS	1,34	2,11	5,63	2,80	4,29



### 5.4.8 Análisis de los resultados

Con los resultados obtenidos, y una vez mostrados sus valores descriptivos, procedemos a analizarlos mediante un estudio estadístico que permita confirmar o rechazar las hipótesis planteadas.

En un primer acercamiento a los datos, y con el apoyo de la Figura 22 y la Tabla 67, se puede destacar:

- Los valores de las medias en el post-test van en aumento; 2,74 grupo de control (INDIV), 4,25 grupo de control (C), 5,3 grupo experimental (CIF) y 5,63 grupo experimental (CIF+MoCAS). Por tanto, los tres grupos, bajo un paradigma colaborativo, han obtenido mejor puntuación en comparación con aquel de aprendizaje individual. El grupo CIF+MoCAS obtiene casi el doble de puntuación en el post-test que el grupo INDIV.
- Respecto a la variable LE (*Learning Efficiency*), cuyos valores se muestran en el última columna de la Tabla 67, se puede observar cómo los valores obtenidos en los dos grupos con metodología basada en CIF (grupo CIF y grupo CIF+MoCAS, 3,36 y 4,26 respectivamente) son mayores y casi duplican aquellos de metodologías no basadas en el marco instruccional CIF (1,24 y 2,05 respectivamente). La Figura 22 ilustra la evolución positiva en la variable LE.

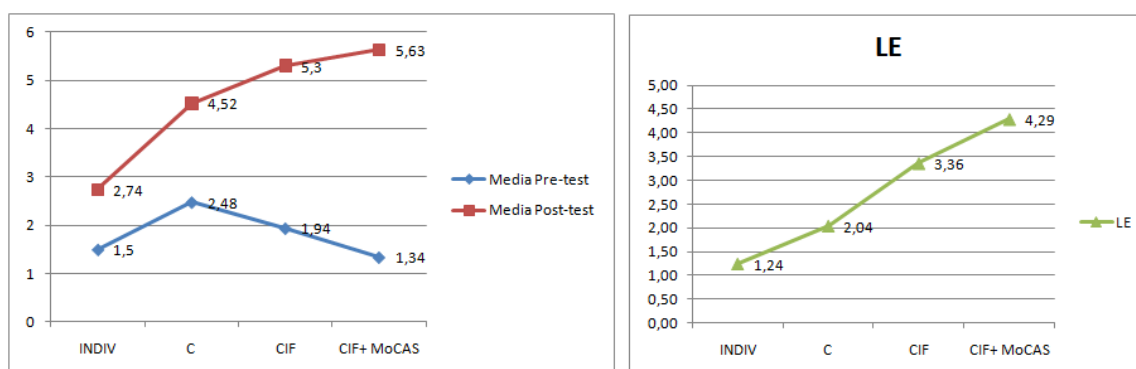


Figura 22. Evolución de medias y LE (media *Learning Efficiency*) por grupos

Aunque los resultados mostrados en el primer acercamiento son positivos, para poder demostrar si son estadísticamente significativos, se ha llevado a cabo un análisis estadístico utilizando la herramienta SPSS. El análisis consistente en un contraste de hipótesis basado en la media denominado ANOVA. ANOVA plantea las siguientes hipótesis:

$H_{0\text{Anova}}$ : las medias poblacionales para los cuatro experimentos son iguales

$H_{1\text{Anova}}$ : al menos dos experimentos son diferentes

Adicionalmente, la utilización del contraste ANOVA requiere de la verificación de dos prerequisites:

## 5.4. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V1

a) Normalidad de las muestras.

$H_{0Normalidad}$ : Los datos provienen de una muestra normal.

$H_{1Normalidad}$ : Los datos no provienen de una muestra normal.

b) Homogeneidad de varianzas.

$H_{0Homogeneidad}$ : Los datos tienen homogeneidad de varianzas.

$H_{1Homogeneidad}$ : Los datos no tienen homogeneidad de varianzas.

En ambos análisis se ha utilizado el error de significación del 5% ( $p=0,05$ ).

Prerrequisito de normalidad. Para satisfacer el requisito de la normalidad de las muestras, se realizó el test *One Simple Kolmogorov-Smirnov* del software SPSS, que ejecuta simultáneamente *Kolmogorov-Smirnov* y *Shapiro-Wilk*. Debido a que los tamaños de las muestras son mayores de cuarenta ( $gl > 40$ ) para todos los experimentos, solo utilizamos los resultados de *Shapiro-Wilk*. La Tabla 68 muestra los resultados del test. Se puede observar cómo los valores en la última columna (Sig) son mayores que nuestro error de significación  $p$ , aceptándose la hipótesis nula  $H_0$  de normalidad; por consiguiente, todas las muestras (INDIV, C, CIF y CIF+MoCAS) son muestras normales.

Tabla 68. Test de Normalidad

Tipo de Experimento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
INDIV	0,961	57	0,063
C	0,963	50	0,115
CIF	0,974	42	0,446
CIF + MoCAS	0,985	66	0,597

Prerrequisito de homogeneidad. Para verificar la hipótesis de homogeneidad de varianzas, se ejecutó el test de Levene, obteniendo un valor de Sig de 0,125, mayor que el valor de  $p$ ; es decir, se acepta la hipótesis nula  $H_{0Homogeneidad}$  (confirmación de homogeneidad de varianzas).

Una vez satisfechos los dos prerrequisitos para la prueba ANOVA, este muestra un  $Sig(ANOVA)=0,00$ . Este resultado permite rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa  $H_{1Anova}$  (hay diferencias entre los resultados).

Sin embargo, para determinar entre qué pares de grupos está la diferencia, realizamos la prueba *POS-HOC* de *Sheffé*, donde se comparan dos a dos los experimentos. El resultado de la comparación se muestra en la Tabla 69.

Tabla 69. Test POS-HOC de Scheffé

Tipo de Experimento	Sig.			
	Tipo de Experimento			
	INDIV	C	CIF	CIF + MoCAS
INDIV		0,633	0,015*	<b>0,000*</b>
C	0,633		0,278	<b>0,003*</b>
CIF	0,015	0,278		0,530
CIF +MoCAS	0,000	0,003	0,530	

De acuerdo a la prueba *POS-HOC* de *Sheffé*, la comparación entre los experimentos son las intersecciones (fila, columna) mostradas en la Tabla 69. Aquellas celda con valores de  $Sig < p$  son estadísticamente diferentes (cabe destacar que la tabla es una matriz simétrica). Se observa como las intersecciones (INDIV,CIF)=0,015, (INDIV,CIF+MoCAS)=0,000 y (C,CIF+MoCAS)= 0,003 tienen valores de  $Sig < p$ , valores marcados con "\*", por tanto son estadísticamente diferentes. Estos resultados, junto a los mostrados en la Tabla 67, nos permiten afirmar en un primer acercamiento sobre la variable dependiente LE que:

1. En la comparación de los experimentos (INDIV,CIF), el grupo experimental de aprendizaje colaborativo basado en CIF (CIF) tiene una mayor eficacia de aprendizaje que el grupo de control INDIV.
2. La comparación de los experimentos (INDIV,CIF+MoCAS), el grupo experimental CIF +MoCAS tiene una mayor eficacia de aprendizaje frente al grupo de control INDIV.
3. En la comparativa de los grupos (C,CIF+MoCAS), el grupo experimental CIF+MoCAS tiene una mayor eficacia en el aprendizaje frente al grupo de control colaborativo C.

No obstante, aunque estos resultados muestran claramente una mayor eficacia del aprendizaje del grupo experimental (CIF +MoCAS) frente a los grupos C e INDIV, se ha de realizar la corrección de *Bonferroni* que resuelve el problemas de un error acumulado en múltiples comparaciones (recordemos que se han realizado 6 comparaciones). *Bonferroni* calcula un nuevo  $p$  tal que,  $p' = p/N$  | N=número de comparaciones realizadas, por tanto  $p' = 0,05/6 = 0,0083$ . Utilizando este nuevo valor  $p'$  sobre los valores de *Sheffé* (Tabla 69) y los valores de las medias (Tabla 67) las evidencias estadísticas se restringen únicamente a la comparación de los experimentos (INDIV,CIF+MoCAS) y (C,CIF+MoCAS) (ver Tabla 69, valores marcados en negrita). Por tanto, podemos concluir las siguientes afirmaciones:

1. El avance de aprendizaje colaborativo (C) frente al avance de aprendizaje individual (INDIV) no son estadísticamente significativos.
2. El aprendizaje colaborativo guiado por CIF (CIF) está próximo a ser estadísticamente significativo frente al aprendizaje individual (INDIV), pero no en comparación con el aprendizaje colaborativo (C).
3. El aprendizaje CIF+MoCAS en comparación con el aprendizaje individual (INDIV) o con el aprendizaje colaborativo (C) es estadísticamente significativo.

## 5.4. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V1

De las afirmaciones expuestas anteriormente, respecto a las hipótesis iniciales tendremos:

- Se rechaza la hipótesis nula  $H_{01}$ : "La utilización del marco instruccional CIF junto a MoCAS no influye significativamente en el aprendizaje de los alumnos". Por tanto, sí existe evidencia estadística de que CIF junto a MoCAS influyen significativamente en el aprendizaje de los alumnos.
- Se acepta la hipótesis nula  $H_{02}$ : "La utilización del marco instruccional CIF sin soporte informático no influye significativamente en el aprendizaje para los alumnos".

### 5.4.9 Conclusiones sobre la evaluación

La variable dependiente eficacia del aprendizaje, ha sido analizada en cuatro metodologías pedagógicas. Se ha realizado un análisis estadístico completo sobre los datos obtenidos en pruebas pre-test y post-test para las cuatro metodologías pedagógicas. Teniendo en cuenta los análisis estadísticos realizados, podemos concluir que sí se satisface la hipótesis enunciada como *"la utilización del marco instruccional CIF soportado por la herramienta MoCAS mejora la eficacia del aprendizaje frente a otras metodología pedagógicas"*. Sin embargo, no podemos afirmar que CIF sin la herramienta informática MoCAS mejore el aprendizaje de los alumnos.

A través de entrevistas realizadas a los alumnos después de la experimentación, aquellos que utilizaron la metodología de aprendizaje CIF más MoCAS, expresaron una apreciación positiva tanto al aprendizaje colaborativo como a la utilización de MoCAS como canal vertebrador de la participación colaborativa. Encuentran una motivación extra en la utilización de MoCAS por estar creada para un dispositivo *handheld* tipo smartphone.

## 5.5 Evaluación de CIF y MoCAS v3

En experimentaciones previas se ha analizado la aportación que la utilización del marco instruccional CIF y la herramienta informática MoCAS tienen en la eficacia del aprendizaje en los alumnos. En entrevistas con los alumnos y profesores se identifica una mayor motivación debido al aprendizaje activo y a la utilización de CIF junto con MoCAS. No obstante, la dimensión motivación no ha sido objeto de estudio mediante pruebas más objetivas. Por lo tanto, en la presente experimentación, llevada a cabo en el curso académico 2011/2012, se analiza el impacto de CIF y CIF junto a MoCAS en su versión MoCAS v3 (web) en la eficacia del aprendizaje y en la motivación de los alumnos (Paredes-Velasco et al., 2012; Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Alcover, et al., 2014; Velasco et al., 2012).

### 5.5.1 Objetivos

Se fijan los objetivos de evaluar y analizar el impacto que tiene la utilización del marco instruccional CIF con o sin la herramienta informática MoCAS en la eficacia del aprendizaje y en la motivación situacional de los alumnos. Con este objetivo se realiza una experimentación para cuatro métodos de aprendizaje: individual; colaborativo;

colaborativo basado en CIF y colaborativo basado en CIF y soportado por la nueva versión de MoCAS v3 para *browser*.

La eficacia del aprendizaje, al igual que en experimentaciones anteriores, se define como:

$$LE = \text{post-test} - \text{pre-test}$$

Siendo el pre-test y el post-test mediciones objetivas realizadas antes y después de las experiencias de aprendizaje.

Para medir la motivación situacional y debido a que la muestra experimental tiene como lengua materna el idioma Español, se ha utilizado la versión traducida de SIMS denominada “Escala de Motivación Situacional” (EMSI) (Martín-Albo et al., 2009).

Con un mayor nivel de detalle, los objetivos de este experimento pueden ser enunciados de la siguiente forma:

- a) Reproducir el experimento anterior para verificar los resultados positivos en la eficacia del aprendizaje en una nueva muestra poblacional.
- b) Analizar el efecto de las metodologías didácticas empleadas en la motivación de los alumnos.
- c) Analizar el efecto de las metodologías didácticas empleadas en cada una de las cuatro subescalas de motivación situacional, tal y como se miden por el instrumento EMSI.

### 5.5.2 Formulación de las Hipótesis

Se quiere verificar si la diferencia en el nivel de aprendizaje y la motivación de cuatro grupos que, utilizan metodologías de aprendizaje diferentes, es estadísticamente significativa.

Debido a que los objetivos del presente experimento afectan a dos variables, eficacia del aprendizaje y motivación, se plantean dos hipótesis de trabajo, una para cada variable, que pueden ser enunciadas de la siguiente forma:

*"el marco instruccional CIF soportado por la herramienta MoCAS mejora la eficacia educativa frente a otras metodologías didácticas"*

*"el marco instruccional CIF soportado por la herramienta MoCAS aumenta la motivación de los alumnos frente a otras metodologías didácticas"*

Para facilitar su análisis estadístico, se detallan las dos hipótesis de trabajo según sus variables de estudio, eficacia educativa y motivación en las siguientes subsecciones.

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

### 5.5.2.1 Formulación de hipótesis para el análisis estadístico de la eficacia de aprendizaje

Respecto a la eficacia de aprendizaje se plantean dos hipótesis nulas relacionadas:

$H_{01}$ : "La utilización del marco instruccional CIF junto a MoCAS no influye significativamente en el aprendizaje de los alumnos".

$H_{02}$ : "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en el aprendizaje para los alumnos".

### 5.5.2.2 Formulación de hipótesis para el análisis estadístico de la motivación

Relativo a la motivación de los alumnos, se quiere verificar el efecto que CIF y CIF junto a MoCAS tienen en la motivación de los alumnos, para lo cual se plantean las siguientes hipótesis nulas relacionadas:

$H_{01}$ : "La utilización del marco instruccional CIF junto a MoCAS no influye significativamente en la motivación de los alumnos".

$H_{02}$ : "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en la motivación de los alumnos".

Adicionalmente, y relativo a las cuatro dimensiones de la motivación, se plantea el siguiente conjunto de sub-hipótesis de  $H_{02}$ :

$H_{02-1}$ : "La utilización del marco instruccional CIF junto a MoCAS no influye significativamente en la dimensión intrínseca de la motivación de los alumnos".

$H_{02-2}$ : "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en la dimensión extrínseca vía regulación identificada de la motivación de los alumnos".

$H_{02-3}$ : "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en la dimensión extrínseca vía regulación externa de la motivación de los alumnos".

$H_{02-4}$ : "La utilización del marco instruccional CIF no influye significativamente en la dimensión desmotivación de la motivación de los alumnos".

Para poder contrastar las hipótesis anteriores, se diseña un experimento cuantitativo, con toma de datos previa y posterior a la realización del experimento, así como una toma de datos al final de la experimentación mediante el instrumento EMSI. Sobre los datos se ha realizado un estudio estadístico, estableciendo un nivel de confianza estándar en estudios sociológicos del 95%.

### 5.5.3 Identificación de variables

La variable independiente es la metodología pedagógica utilizada, pudiendo ser: aprendizaje individual; aprendizaje colaborativo; aprendizaje colaborativo guiado por CIF y aprendizaje colaborativo guiado por CIF y soportado por MoCAS.

Las variables dependientes son la variable eficacia de aprendizaje (LE, *Learning Efficiency*), y la variable motivación de los alumnos.

La variable dependiente LE, se define como el nivel de conocimiento adquirido por un alumno en el concepto de estudio "ámbito y vigencia de identificadores", es decir dónde se puede utilizar un identificador de una variable, constante o subprograma. Se define LE para cada estudiante como la diferencia entre las puntuaciones en el post-test y pre-test mostrados en la siguiente fórmula:

$$LE = post-test - pre-test$$

La variable dependiente motivación, se ha medido con el instrumento EMSI compuesto por 14 ítems asociados a las cuatro dimensiones. Los valores asociados a cada dimensión son evaluados como la media de los valores obtenidos en sus ítems. Además, se evalúa la media del valor de los 14 ítems en su totalidad para cada una de las aproximaciones pedagógicas.

Hay que resaltar que algunos de los 14 ítems están expresados de forma negativa y otros en forma positiva. Los ítems positivos son tratados directamente, mientras que los valores de los ítems negativos son invertidos para poderlos medir estadísticamente. Por ejemplo, el ítem 4 " Puede que haya buenas razones para realizar esta actividad, pero yo no veo ninguna" es negativo, por tanto una puntuación alta (estar de acuerdo con la pregunta) denota desmotivación del alumnos. Esta conversión se ha realizado con una hoja Excel previo al tratamiento estadístico.

### 5.5.4 Población y Muestra

En la experimentación participaron 139 alumnos de primer curso de la asignatura de Introducción a la Programación perteneciente al nivel CS1 de las titulaciones Grado de Ingeniería Informática (dos grupos), Grado de Ingeniería del Software y Grado en Ingeniería de Sistemas. En la asignatura se imparten los contenidos de introducción a la programación imperativa. El lenguaje de programación utilizado fue Pascal ya que es el lenguaje de referencia utilizado en la asignatura. Los datos se tomaron en los campus de Móstoles y Vicálvaro de la Universidad Rey Juan Carlos en el curso académico 2011/2012.

La Tabla 70 muestra el número de participantes por cada una de las cuatro metodologías pedagógicas.

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

Tabla 70. Distribución de las muestras del experimento CIF y MoCAS v3

Grupos	Aproximación pedagógica	Estudiantes
E1-Ind	Clase tradicional	50
E2-Col	Instrucción Colaborativa	39
E3-CIF	Instrucción Colaborativa guiada por CIF	36
E4-CIF-M	Instrucción Colaborativa guiada por CIF y soportada por MoCAS	14
<b>TOTAL</b>		139

Los dos grupos de control fueron; E1-Ind (instrucción tradicional), E2-Col (instrucción colaborativa). Los grupos experimentales fueron: E3-CIF (instrucción colaborativa guiada por CIF) y E4-CIF-M (instrucción colaborativa guiada por CIF y soportada por MoCAS).

Cabe aclarar que el grupo E4-CIF-M estaba formado inicialmente por 32 alumnos, descartándose para el análisis 16 alumnos, que utilizaron un laboratorio cuya red local impidió la adecuada utilización de MoCAS. Estos alumnos prosiguiendo la actividad de enseñanza-aprendizaje con CIF pero sin MoCAS, descartando sus datos para el análisis, ya que su aprendizaje fue una mezcla de metodologías no contemplada en la experimentación. Además, hubo 2 alumnos más, de los que no se pudo obtener una trazabilidad con respecto a los resultados del test de motivación. Por lo tanto, el grupo experimental E4-CIF-M que originalmente contaba con 32 alumnos, se redujo a 14 alumnos.

### 5.5.5 Desarrollo del experimento

La evaluación se llevó a cabo en una sesión de 2 horas con elementos comunes en su desarrollo para las cuatro metodologías didácticas. Los estudiantes rellenaron un pre-test al comienzo de la sesión y un post-test al final. Estas pruebas tenían por objeto medir los logros educativos de los estudiantes para el análisis de la variable dependiente LE. Al comienzo de la sesión, el instructor explicó los contenidos teóricos utilizando un PowerPoint y un proyector, estos contenidos fueron comunes para todos los alumno. A los estudiantes se les proporciono al final de la sesión un cuestionario EMSI para medir su motivación situacional. En la Figura 23 se muestra gráficamente los pasos realizados en la experimentación.

Como se puede observar en la Figura 23, además de las partes comunes (pre-test, post-test y test de motivación EMSI), la parte central de la experimentación se realizó con una metodología didáctica diferente en cada uno de los grupos del experimento. A continuación se detalla cada uno de estos acercamientos metodológicos:



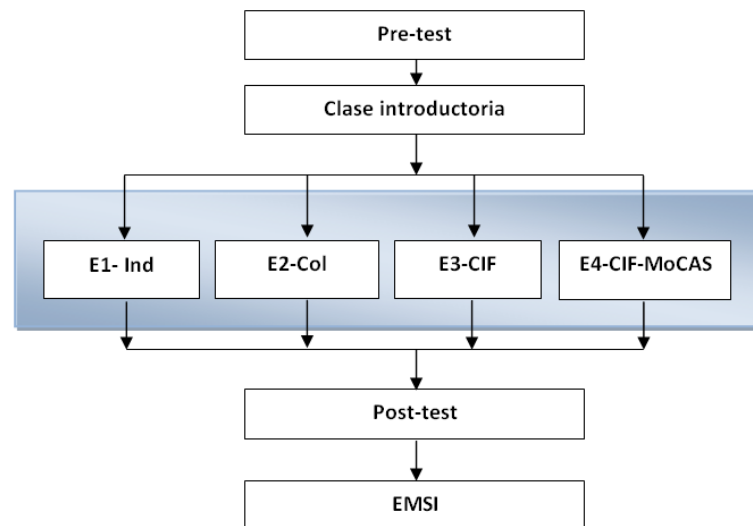


Figura 23. Desarrollo del experimento CIF y MoCAS v3

- E1-Ind. El profesor, proporcionó dos problemas en papel a los estudiantes para que los resolvieran de forma individual. La solución a los dos problemas se mostró en la pizarra y se aclararon dudas.
- E2-Col. Los alumnos realizaron un aprendizaje colaborativo en grupos de 4 alumnos (algunos grupos fueron de 5 alumnos). La asignación de los alumnos a los grupos se realizó de forma aleatoria. El profesor proporcionó un código y las preguntas a resolver en papel. Los grupos trabajaron colaborativamente sobre el código tratando de identificar el ámbito de los identificadores contenidos en el código. Finalmente, un grupo voluntario escribió su solución en la pizarra y el resto de alumnos junto con el profesor discutieron sobre su corrección.
- E3-CIF. La instrucción colaborativa se realizó mediante CIF. Se agrupa a los alumnos de 4 en 4 (algunos grupos fueron de 5 alumnos). Al igual que en la experimentación anterior, los grupos se formaron aleatoriamente. Se entregó un problema en papel a los grupos, con el enunciado y el código fuente. Además el profesor hace visible el código fuente con el proyector. Cada grupo trabajó de forma independiente construyendo una tabla con el ámbito de los identificadores mostrados en el código fuente. En este proceso, los estudiantes utilizaron papel e interactuaron cara-a-cara. El profesor no participó, solo resolvió preguntas sobre el enunciado del problema. Una vez terminada la colaboración intra-grupal, algunos grupos escribieron en la pizarra sus tablas solución con el ámbito de los identificadores. Sobre estas tablas se realizó un proceso de discusión y argumentación, moderado por el profesor. Finalmente, el profesor explicó los errores cometidos y aclaró las dudas planteadas.
- E4-CIF-M. La primera parte de la sesión transcurrió similar a los grupos previos. Los grupos se crearon aleatoriamente con MoCAS, y los estudiantes en cada grupo recibieron la información necesaria para logarse en el sistema desde sus PCs. El profesor demostró cómo utilizar MoCAS con la ayuda de un proyector, explicando el enunciado y el material disponible a través de la aplicación. Los estudiantes utilizaron MoCAS para construir grupalmente la tabla con el ámbito y vigencia de los identificadores (una por grupo) del ejercicio distribuido a través de la aplicación. El proceso de discusión y toma de

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

decisiones sobre los identificadores se produjo vía MoCAS, así como mediante una interacción cara-a-cara entre los estudiantes del grupo. Una vez creada la solución intra-grupal, mediante MoCAS se proyectó la tabla fusión de las soluciones grupales (tabla globalizada). Además, se mostró la solución automáticamente generada por MoCAS y su comparación con la tabla globalizada. Esta tabla corregida, proporcionó información sobre los errores cometidos, identificadores que faltan y grado de consenso en las propuestas (mediante una escala de colores). Toda esta información permitió una discusión y argumentación sobre la idoneidad de las propuestas intra-grupales. Finalmente, el profesor aclaró las dudas más relevantes.

### 5.5.6 Obtención de datos

Las pruebas objetivas estaban formadas por un pre-test y post-test compuestos por preguntas múltiples, de tres opciones, con una única respuesta correcta. El pre-test y el post-test constaron ambos de 13 preguntas. Ambos test fueron referenciados a valores de 1 a 10, y tuvieron por objetivo medir el nivel de conocimientos sobre el concepto de estudio "ámbito y vigencia de identificadores". Además, para la obtención de datos para la motivación se utilizó el instrumento EMSI, al final de cada experimento.

El detalle del pre-test, post-test y motivación están disponibles en Apéndice E - Instrumentos Evaluación de CIF y MoCAS v3.

### 5.5.7 Resultados y análisis de datos

Debido a la gran cantidad de hipótesis a contrastar, se muestran y analizan los datos comenzando por la Eficacia de Aprendizaje (LE) y posteriormente la Motivación, así como sus cuatro dimensiones.

#### 5.5.7.1 Resultados y análisis de la variable eficacia en el aprendizaje

Los estadísticos descriptivos de la variable LE calculada según la fórmula post-test menos pre-test para cada uno de los acercamiento pedagógicos se muestran en la Tabla 71.

Tabla 71. Estadísticos descriptivos de la variable de estudio LE del experimento CIF y MoCAS v3

Metodología	Media	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mediana	Desv. típ.	Mín	Máx	Asimetría	Curtosis
		Límite inferior	Límite superior						
E1-Ind	0,8852	0,2185	1,5520	0,6500	2,34610	-3,58	6,40	0,057	-0,509
E2-Col	1,3270	0,7283	1,9257	1,0231	1,84691	-3,07	5,12	0,037	0,030
E3-CIF	0,3126	-0,6935	1,3187	-1,0231	2,97341	-6,14	7,16	0,366	0,139
E4-CIF-MoCAS	1,3703	-0,5783	3,3189	1,0231	3,37489	-3,07	8,18	0,448	-0,495

En un primer acercamiento y en base de los estadísticos descriptivos de la variable LE, se pueden destacar la siguiente apreciación: el grupo con mayor media ha utilizado metodología colaborativa guiada por CIF e instruido a través de MoCAS.

No obstante, para verificar que esta media es estadísticamente significativa se realiza el contraste ANOVA, con un error estándar del 5% ( $p=0,05$ ), sobre las medias poblacionales. De igual modo a las experimentaciones anterior, se ha verificado: (a) Normalidad de las muestras; (b) Homogeneidad de varianzas, y (c) prueba ANOVA, post-hoc y corrección de Bonferroni.

(a) Normalidad de las muestras. La verificación de la normalidad se ha realizado mediante la prueba de normalidad proporcionada por la herramienta estadística SPSS. Los resultados del análisis de normalidad se muestran en la Tabla 72 .

Tabla 72. Prueba de normalidad de la variable LE

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E1-Ind	0,110	50	<b>0,184</b>	0,974	50	0,330
E2-Col	0,116	39	0,200*	0,980	39	<b>0,720</b>
E3-CIF	0,201	36	0,001	0,955	36	<b>0,154</b>
E4-CIF-MoCAS	0,118	14	0,200*	0,957	14	<b>0,668</b>

a. Corrección de la significación de Lilliefors  
\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Debido al tamaño de las muestras (gl) de 50, 39, 36 y 14 respectivamente, se han de interpretar los valores de *Kolmogorov-Smirnov* para muestra mayores o iguales a 50 y *Shapiro-Wilk* en caso contrario. Por tanto, teniendo en cuenta que cumplen la verificación de normalidad aquellas muestra con valor  $Sig > p$  (valores resaltados en negrita en la Tabla 72) podemos afirmar que las cuatro muestras poblacionales son muestras normales.

(b) Homogeneidad de varianzas. Mediante el test de *Levene* se verifica la homogeneidad de varianzas. El test de *Levene* plantea las siguientes hipótesis:

$H_{0\text{Homogeneidad}}$ : Homogeneidad de varianzas.

$H_{1\text{Homogeneidad}}$ : No homogeneidad de varianzas.

La Tabla 73 muestra el resultado del test de *Levene*. La condición necesaria y suficiente para la aceptación la hipótesis nula  $H_{0\text{Homogeneidad}}$  es un valor de significación  $Sig > p$ . Como se puede observar, *Sig* con un valor 0,005 es menor a  $p=0,05$ , por tanto se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  de homogeneidad de varianza.

Tabla 73. Prueba de homogeneidad de varianzas de la variable LE

Homogeneidad de Varianzas			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
4,449	3	135	0,005

La aplicación de ANOVA requiere de las dos precondiciones, normalidad y homogeneidad, que no se satisfacen, no pudiéndose utilizar este contraste de hipótesis. No obstante, existen pruebas no paramétricas para la realización de contraste de hipótesis que no requieren de la homogeneidad de varianza, entre la que destacamos el

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

contraste de *Kruskal-Wallis*. *Kruskal-Wallis* que utiliza el estadístico mediana para el contraste de muestras poblacionales. Las hipótesis para este contraste son:

$H_{0K-W}$ : las muestras poblacionales tienen igualdad de medianas.

$H_{1K-W}$ : las muestras poblacionales no tienen igualdad de medianas.

El resultado del contraste *Kruskal-Wallis* se muestra en la Tabla 74. Se puede observar cómo el valor de *Sig.asintótico* 0,236 es mayor que  $p=0,05$ , aceptándose por tanto la hipótesis nula  $H_{0K-W}$ : *las muestras poblacionales tienen igualdad de medianas*. Es decir, no existe evidencia estadística significativa sobre la diferencia de las muestras poblacionales respecto al estadístico mediana para los cuatro acercamientos didácticos empleados en la experimentación. Teniendo en cuenta esto resultados no se pueden rechazar las hipótesis nulas  $H_{01}$  y  $H_{02}$  enunciadas en el apartado 5.5.2.1.

Tabla 74. Estadísticos de contraste *Kruskal-Wallis* para la variable LE

Eficacia de Aprendizaje	
Chi-cuadrado	4,243
gl	3
Sig. asintót.	0,236
a. Prueba de <i>Kruskal-Wallis</i>	
b. Variable de agrupación: Aproximación pedagógica	

### 5.5.7.2 Resultados y análisis de la Motivación

Los resultados del análisis descriptivo global de instrumento EMSI se muestran en Tabla 75. Cabe resaltar que el grupo que utiliza la aproximación CIF+MoCAS obtuvo el valor de la media de la motivación más alto (4,94).

Tabla 75. Estadísticos descriptivos de la variable motivación

Group	Media	Varianza	Desviación Típica	Curtosis	Rango
E1-Ind	4,11	0,66	0,81	0,94	1,57..5,64
E2-Col	3,70	0,93	0,96	-0,39	2,07..5,93
E3-CIF	4,15	0,71	0,84	0,28	2,00..6,14
E4-CIF-M	4,94	0,36	0,60	0,10	3,71..5,79

El error estándar es un 5% ( $p=0,05$ ). El primer paso en el análisis estadístico es un examen de la media mediante la prueba de *Shapiro-Wilk* a E2-Col, E3-CIF y E4-CIF-M (debido a que sus poblaciones son menores de 50 estudiantes) y *Kolmogorov-Smirnov* a la muestra poblacional E1-Ind (tamaños de la muestra mayor o igual que 50). En la Tabla 76 podemos observar los resultados de las pruebas realizadas. Se aprecia en el test de *Shapiro-Wilk* el valor de *Sig* mayor a 0,05 para los experimentos E2-Col, E3-Col y E4-CIF-M. En el test de *Kolmogorov-Smirnov*, se obtiene un  $Sig > 0,05$  para el experimento E1-Ind. Por tanto, podemos concluir que las cuatro muestras cumplen la condición de normalidad.

Tabla 76. Test de normalidad de variable motivación

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E1-Ind	0,114	50	0,110	0,970	50	0,222
E2-Col	0,110	39	0,200*	0,963	39	0,228
E3-CIF	0,062	36	0,200*	0,989	36	0,976
E4-CIF-M	0,230	14	0,043	0,899	14	0,111

a. Correction of Lilliefors' significance  
 \*. This is the lower bound of the true significance

En un siguiente paso se examina la homogeneidad de varianza de las muestras mediante el test de *Levene*. La Tabla 77 muestra el resultado del test de *Levene*, donde se observa un valor de *sig* (0,175) mayor al valor de significación *p* (0,05), permitiendo afirmar la homogeneidad de varianzas de las muestras.

Tabla 77. Test de Levene variable motivación

Homogeneidad de Varianzas			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,677	3	135	0,175

Una vez cumplidos las condiciones de normalidad y homogeneidad de varianzas se realizó el contraste ANOVA. En la Tabla 78 se puede observar un valor de *sig*=0,000 menor a *p*=0,05, por tanto las medias poblacionales sí presentan diferencias entre las metodologías didácticas.

Tabla 78. Test Anova variable motivación

	Suma cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-groups	16.227	3	5,409	7,505	0,000
Intra-groups	97.289	135	0,721		
Total	113.516	138			

En el siguiente paso, se utiliza el test *Post-Hoc Scheffé*, que permite concluir entre que experimentos (metodologías didácticas) existen diferencias estadísticamente significativas. La Tabla 79 muestra los resultados donde, se puede ver cómo el experimento E4-CIF-M (CIF+MoCAS) obtiene una diferencia significativa frente a los experimentos E1-Ind (metodología individual), E2-Col (metodología colaborativa) y E3-CIF (metodología colaborativa basada en CIF), *Sig*<0,05 (elementos resaltados en negrita). Sin embargo, se destaca la no existencia de diferencias entre otras metodologías pedagógicas (clase tradicional, colaborativa y colaborativo guiado por CIF) respecto a la variable de estudio motivación.

Tabla 79. Post-hoc sobre test de Scheffé para variable motivación

	Sig. por grupo			
	E1-Ind	E2-Col	E3-CIF	E4-CIF-M
E1-Ind		0,180	0,996	<b>0,016</b>
E2-Col	0,180		0,159	<b>0,000*</b>
E3-CIF	0,996	0,159		<b>0,036</b>
E4-CIF-M	0,016	0,000	0,036	

\*. La diferencia de media es significativa a un nivel de 0,05.

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

Por tanto, teniendo en cuenta las diferencias significativas analizadas (ver Tabla 79) y los valores de las medias (ver Tabla 75), se puede concluir provisionalmente la aceptación de la hipótesis "el marco instruccional CIF soportado por la herramienta MoCAS aumenta la motivación de los alumnos frente a otras metodologías didácticas".

Sin embargo, hay que contemplar posibles errores debido al cálculo de múltiples contrastes simultáneos, por tanto se aplica la corrección de *Bonferroni* para múltiples comparaciones. El nuevo valor de significancia  $p'=0,0083$  (siendo  $p'=p/N$ , donde N es el número de comparaciones simultaneas,  $N=6$  en nuestro caso, debido a la comparación de cada una de las metodologías con las otras). Con la utilización del nuevo valor  $p'$  en el test *Post-Hoc* de *Scheffe* solo se encuentran dos aproximaciones pedagógicas con diferencias estadísticamente significativas; E2-Col (aproximación colaborativa) y E4-CIF-M (aproximación CIF+MoCAS), valor marcado con "\*" en la Tabla 79. Por tanto, podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula  $H_{01}$ : "La utilización del marco instruccional CIF junto a MoCAS no influye significativamente en la motivación de los alumnos" enunciada en el apartado 5.5.2.2, es decir, la aproximación pedagógica CIF+MoCAS motiva a los estudiantes más que la aproximación colaborativa sin CIF.

### 5.5.7.3 Resultados y análisis para las cuatro dimensiones de la motivación

Una vez realizado el análisis de la motivación, se realiza un análisis para cada una de sus cuatro dimensiones de la motivación; intrínseca, extrínseca vía regulación identificada, extrínseca vía regulación externa y desmotivación.

Tabla 80. Estadísticos descriptivos de la variable motivación intrínseca

Grupo	Media	Mediana	Varianza	Desviación Típica	Curtosis	Rango
E1-Ind	3,3650	3,250	1,462	1,20924	0,388	5,75
E2-Col	3,0769	2,750	2,050	1,43173	0,162	6,00
E3-CIF	4,2292	4,125	1,701	1,30435	-0,402	5,75
E4-CIF-M	5,2500	5,375	1,298	1,13933	-0,179	4,00

Tabla 81. Estadísticos descriptivos de la variable motivación extrínseca vía regulación identificada

Grupo	Media	Mediana	Varianza	Desviación Típica	Curtosis	Rango
E1-Ind	4,9868	5,1650	1,994	1,41220	-0,001	6,00
E2-Col	5,0085	4,6700	1,641	1,28087	-0,619	5,00
E3-CIF	4,8619	5,3300	1,633	1,27771	0,603	5,33
E4-CIF-M	5,9293	5,8350	0,721	0,84909	-1,613	2,33

Tabla 82. Estadísticos descriptivos de la variable motivación extrínseca vía regulación externa

Grupo	Media	Mediana	Varianza	Desviación Típica	Curtosis	Rango
E1-Ind	3,5726	3,3300	0,722	0,84952	0,444	4,00
E2-Col	2,9654	3,0000	0,882	0,93908	-0,303	4,00
E3-CIF	3,4058	3,3300	0,458	0,67678	-0,709	2,34
E4-CIF-M	2,9993	3,0000	0,512	0,71576	-0,060	2,33

Tabla 83. Estadísticos descriptivos de la variable desmotivación

Grupo	Media	Mediana	Varianza	Desviación Típica	Curtosis	Rango
E1-Ind	4,5900	5,0000	1,614	1,27051	0,084	4,75
E2-Col	3,9038	4,5000	2,407	1,55133	-0,534	6,00
E3-CIF	4,1042	4,1250	1,430	1,19579	-0,060	5,00
E4-CIF-M	5,3571	6,0000	0,911	0,95431	-0,326	2,75

Para analizar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las cuatro aproximaciones pedagógicas se procede al igual que en los análisis previos a un contraste mediante el test ANOVA, verificándose por tanto, los prerequisites del test; normalidad y homogeneidad de varianzas. Las tablas Tabla 84, Tabla 85, Tabla 86 y Tabla 87 muestran los resultados de las pruebas de normalidad según las cuatro dimensiones de la motivación para cada metodología pedagógica.

Tabla 84. Pruebas de normalidad motivación dimensión intrínseca

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E1-Ind	0,098	50	0,200*	0,976	50	0,400
E2-Col	0,206	39	0,000	0,926	39	0,013
E3-CIF	0,077	36	0,200*	0,986	36	0,922
E4-CIF-M	0,127	14	0,200*	0,967	14	0,837

a. Corrección de la significación de Lilliefors  
\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 85. Pruebas de normalidad motivación dimensión extrínseca vía regulación identificada

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E1-Ind	0,106	50	0,200*	0,951	50	0,037
E2-Col	0,117	39	0,196	0,962	39	0,208
E3-CIF	0,171	36	0,010	0,929	36	0,023
E4-CIF-M	0,166	14	0,200*	0,899	14	0,108

a. Corrección de la significación de Lilliefors  
\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 86. Pruebas de normalidad motivación dimensión extrínseca vía regulación externa

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E1-Ind	0,152	50	0,005	0,963	50	0,121
E2-Col	0,087	39	0,200*	0,976	39	0,544
E3-CIF	0,239	36	0,000	0,914	36	0,008
E4-CIF-M	0,214	14	0,082	0,910	14	0,157

a. Corrección de la significación de Lilliefors  
\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 87. Pruebas de normalidad motivación dimensión desmotivación

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
E1-Ind	0,172	50	0,001	0,887	50	0,000
E2-Col	0,188	39	0,001	0,930	39	0,018
E3-CIF	0,082	36	0,200*	0,968	36	0,373
E4-CIF-M	0,321	14	0,000	0,772	14	0,002

a. Corrección de la significación de Lilliefors  
\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

Se puede observar cómo ninguna de las cuatro dimensiones de la motivación cumple los criterios de normalidad necesarios para poder aplicar el contraste de hipótesis ANOVA por no tener valores de  $Sig > 0,05$ . Más detalladamente, los grupos que no tienen una distribución normal en alguna de las dimensiones de la motivación son:

- Motivación intrínseca: grupo de control E2-Col ( $Sig=0,013$ ).
- Motivación extrínseca vía regulación identificada: grupos de control E1-Ind ( $Sig=0,037$ ) y grupo experimental E3-CIF ( $Sig=0,023$ ).
- Motivación extrínseca vía regulación externa: grupo experimental E3-CIF ( $Sig=0,08$ ).
- Desmotivación: grupos de control E1-Ind ( $Sig=0,00$ ) y E2-Col ( $Sig=0,018$ ), así como el grupo experimental E4-CIF-M ( $Sig=0,002$ ).

Al no poder utilizar el contraste ANOVA, se ha utilizado un contraste de hipótesis que no requiere como requisito la normalidad de las muestras. En este escenario, se disponen de dos posibilidades: contraste por intervalos de confianza, o contraste no paramétrico *Kruskal-Wallis*. Con el fin de tener la máxima certeza estadística sobre los resultados alcanzados, se utilizan los dos contrastes de hipótesis.

El contraste mediante intervalos de confianza, permite identificar los grupos con mayores medias si se satisfacen las siguientes condiciones: (a) si la media es mayor, y (b) si no existe intersección con los intervalos de confianza con los que se compara. Los intervalos de confianza para las cuatro dimensiones se muestran en las tablas Tabla 88, Tabla 89, Tabla 90 y Tabla 91.

La Tabla 88 muestra los resultados para la motivación intrínseca. Los grupos experimentales E3-CIF y E4-CIF-M muestran mayor motivación intrínseca que los grupos de control E1-Ind y E2-Col, ya que sus intervalos de confianza son más amplios y no tienen intersección con los de los grupos E1-Ind o E2-Col. Además, la distancia del intervalo de confianza del grupo E4-CIF-M respecto a los grupos E1-Ind y E2-Col es la mayor de todas. Por consiguiente, la instrucción en el aula con CIF produce "mayor placer y satisfacción" en los alumnos, siendo incluso dicha percepción mayor con el uso de la herramienta CSCL MoCAS.

Tabla 88. Intervalos de confianza para motivación intrínseca

Grupo	Media	Intervalo de confianza para la media al 95%		Varianza	Desv. típ.	Min	Max
		Límite inferior	Límite superior				
E1-Ind	3,3650	3,0213	3,7087	1,462	1,20924	1,00	6,75
E2-Col	3,0769	2,6128	3,5410	2,050	1,43173	1,00	7,00
E3-CIF	4,2292	3,7878	4,6705	1,701	1,30435	1,25	7,00
E4-CIF-M	5,2500	4,5922	5,9078	1,298	1,13933	3,00	7,00

La Tabla 89 muestra los resultados para la dimensión motivación extrínseca vía regulación identificada. Los intervalos de confianza para el grupo experimental E4-CIF-M no tienen intersección con el resto de grupos. Por tanto, se puede concluir que E4-CIF-M tiene estadísticamente mayor media. Esto nos permite resaltar la relación positiva existente en la utilización de CIF y MoCAS sobre la motivación extrínseca vía regulación identificada en los estudiantes. En otras palabras, los estudiantes consideran



que la utilización de CIF y MoCAS es importante para la consecución de sus objetivos en el aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores, siendo esta percepción consecuente con sus valores y necesidades individuales.

Tabla 89. Intervalos de confianza para motivación extrínseca vía regulación identificada

Grupo	Media	Intervalo de confianza para la media al 95%		Varianza	Desv. típ.	Min	Max
		Límite inferior	Límite superior				
E1-Ind	4,9868	4,5855	5,3881	1,994	1,41220	1,00	7,00
E2-Col	5,0085	4,5933	5,4237	1,641	1,28087	2,00	7,00
E3-CIF	4,8619	4,4296	5,2943	1,633	1,27771	1,67	7,00
E4-CIF-M	5,9293	5,4390	6,4195	0,721	0,84909	4,67	7,00

En la Tabla 90 se muestran los resultados para la motivación extrínseca vía regulación externa. Los intervalos de confianza en todos los grupos tienen intersecciones, por tanto, no existen diferencias estadísticas significativas sobre la motivación extrínseca vía regulación externa. No obstante, el grupo E1-Ind es el único sin intersección respecto al grupo E2-Col, por tanto tiene estadísticamente mayor media. El análisis sugiere que los estudiantes no perciben la colaboración como un enfoque gratificante, habiendo realizado la tarea sólo por los efectos de premios o castigos que tiene no hacerla. Sin embargo, esta conclusión no puede ser expuesta respecto a la aproximaciones basadas en CIF (E1-Ind tiene intersección con E3-CIF y con E4-CIF-M).

Tabla 90. Intervalos de confianza para motivación extrínseca vía regulación externa

Grupo	Media	Intervalo de confianza para la media al 95%		Varianza	Desv. típ.	Min	Max
		Límite inferior	Límite superior				
E1-Ind	3,5726	3,3312	3,8140	0,722	0,84952	1,67	5,67
E2-Col	2,9654	2,6610	3,2698	0,882	0,93908	0,67	4,67
E3-CIF	3,4058	3,1768	3,6348	0,458	0,67678	2,33	4,67
E4-CIF-M	2,9993	2,5860	3,4126	0,512	0,71576	2,00	4,33

La Tabla 91 muestra los resultados para la dimensión desmotivación. El grupo experimental E4-CIF-M no tiene intersección con el grupo de control E2-Col y el grupo experimental E3-CIF, por tanto podemos afirmar que las actividades colaborativas basadas en MoCAS están relacionadas con las desmotivación. Los estudiantes no perciben las contingencias entre el comportamiento y sus consecuencias.

Tabla 91. Intervalos de confianza para desmotivación

Grupo	Media	Intervalo de confianza para la media al 95%		Varianza	Desv. típ.	Min	Max
		Límite inferior	Límite superior				
E1-Ind	4,5900	4,2289	4,9511	1,614	1,27051	1,25	6,00
E2-Col	3,9038	3,4010	4,4067	2,407	1,55133	0,00	6,00
E3-CIF	4,1042	3,6996	4,5088	1,430	1,19579	1,00	6,00
E4-CIF-M	5,3571	4,8061	5,9081	0,911	0,95431	3,50	6,25

En la aplicación del contraste *Kruskal-Wallis* (K-W), que permite identificar los grupos con mayores medianas, se han de satisfacer las condiciones: (a) mayor valor del estadístico mediana, y (b) si el test *Dunn* indica diferencia absoluta de los rangos obtenidos por K-W mayores que rangos teóricos esperados. Las tablas Tabla 92, Tabla

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

93, Tabla 94 y Tabla 95 muestran el resultado del contraste K-W para cada una de las dimensiones de la motivación.

Tabla 92. K-W motivación intrínseca

Rangos				Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
Motivación Intrínseca	Grupo	N	Rango promedio		Motivación Intrínseca
	E1-Ind	50	61,59	Chi-cuadrado	30,616
	E2-Col	39	51,50	gl	3
	E3-CIF	36	85,74	Sig. asintót.	0,000
	E4-CIF-M	14	111,11	a. Prueba de Kruskal-Wallis	
<b>Total</b>	139	61,59	b. Variable de agrupación: Grupo		

Tabla 93. K-W motivación extrínseca vía regulación identificada

Rangos				Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
Motivación Extrínseca vía regulación identificada	Grupo	N	Rango promedio		Motiv. Extrin. vía regulación identificada
	E1-Ind	50	68,74	Chi-cuadrado	7,256
	E2-Col	39	67,27	gl	3
	E3-CIF	36	64,25	Sig. asintót.	0,064
	E4-CIF-M	14	96,89	a. Prueba de Kruskal-Wallis	
<b>Total</b>	139	68,74	b. Variable de agrupación: Grupo		

Tabla 94. K-W motivación extrínseca vía regulación externa

Rangos				Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
Motivación Extrínseca vía regulación externa	Grupo	N	Rango promedio		Motiv. Extrin. vía regulación externa
	E1-Ind	50	81,49	Chi-cuadrado	11,691
	E2-Col	39	56,72	gl	3
	E3-CIF	36	75,13	Sig. asintót.	0,009
	E4-CIF-M	14	52,79	a. Prueba de Kruskal-Wallis	
<b>Total</b>	139	81,49	b. Variable de agrupación: Grupo		

Tabla 95. K-W desmotivación

Rangos				Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
Desmotivación	Grupo	N	Rango promedio		Desmotivación
	E1-Ind	50	76,97	Chi-cuadrado	16,691
	E2-Col	39	58,42	gl	3
	E3-CIF	36	59,90	Sig. asintót.	0,001
	E4-CIF-M	14	103,32	a. Prueba de Kruskal-Wallis	
<b>Total</b>	139		b. Variable de agrupación: Grupo		

La interpretación del test *Kruskal-Wallis* se realiza mediante las tablas 92, 93, 94 y 95. Un valor *Sig. Asintótica* menor a  $p=0.05$  muestran diferencias entre las muestras poblacionales, por tanto podemos afirmar que existe diferencia estadística en tres de las cuatro dimensiones: intrínseca (*Sig. Asintótica*= 0,00), extrínseca vía regulación externa (*Sig. Asintótica*=0,09) y desmotivación (*Sig. Asintótica*=0,01). Sin embargo, el contraste de hipótesis no paramétrico de *Kruska-Wallis* no permite saber entre que aproximaciones pedagógicas reside dicha diferencia, para ello se realiza el test *Dunn* sobre las tres dimensiones con diferencias identificadas.

El test *Dunn* no está implementado en la herramienta SPSS, por tanto requiere de su creación manualmente, implementado mediante una hoja de cálculo Excel. Su aplicación requiere de los siguientes cálculos:

- Paso 1. Cálculo del  $\alpha$  ajustado:  $\alpha = \frac{\alpha}{K(K-1)}$
- Paso 2. Z según  $\alpha$  ajustado:  $Z_{1-\alpha}$
- Paso 3. Cálculo de diferencias teóricas en función de Z, y construcción de tabla de diferencias teóricas:  $\Delta_{ij} = Z_{1-\alpha} \sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$
- Paso 4. Construcción de tablas de diferencias observadas. Si  $|R_i - R_j| > A_{ij}$  entonces sí hay diferencia significativa.

Los tres primeros pasos del cálculo del test de *Dunn* son comunes a las dimensiones, por tanto tenemos:

- Paso 1.  $\alpha$  ajustado = 0,004166667
- Paso 2. Z según  $\alpha$  ajustado = 0,995833333
- Paso 3. El cálculo de las diferencias teóricas en función de Z se muestra en la Tabla 96.

Tabla 96. Tabla de diferencias teóricas entre parejas de metodologías didácticas

	<b>n<sub>j</sub></b>	39	36	14
<b>n<sub>i</sub></b>		<b>E2-Col</b>	<b>E3-CIF</b>	<b>E4-CIF-M</b>
50	<b>E1-Ind</b>	22,70	23,22	32,12
39	<b>E2-Col</b>		24,56	33,10
36	<b>E3-CIF</b>			33,46

Por último, y mediante la realización de Paso 4 (construcción de tablas diferencias observadas), se han creado las tablas Tabla 97, Tabla 98 y Tabla 99, donde se muestran las diferencias en valor absoluto entre las diferencias observadas y las diferencias teóricas o esperadas.

Para la dimensión intrínseca de la motivación, la Tabla 97 muestra las diferencias observadas. Podemos observar que las celdas intersección E3-CIF con E1-Ind y E2-Col, así como las celdas intersección de E4-CIF-M con E1-Ind (49,52) y E2-Col (59,61) tienen un valor mayor a las celdas correspondientes de la tabla de diferencias teóricas (ver Tabla 96), implicando una diferencia estadística significativa que junto al valor de

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

la mediana expuesto en la Tabla 80 nos permite afirmar: los grupos E3-CIF y E4-CIF-M tienen un impacto positivo significativo en la motivación intrínseca de los alumnos frente a los grupos de control E1-Ind y E2-Col. Es decir, los estudiantes encuentran más "interesante y placentero" una instrucción en el aula basada en la aproximación CIF, siendo además más significativa esta apreciación cuando se utiliza la herramienta MoCAS.

Tabla 97. Diferencias observadas motivación intrínseca

	<b>Rango promedio j</b>	51,50	85,74	111,11
<b>Rango promedio i</b>		<b>E2-Col</b>	<b>E3-CIF</b>	<b>E4-CIF-M</b>
61,59	<b>E1-Ind</b>	10,09	<b>24,15</b>	<b>49,52</b>
51,50	<b>E2-Col</b>		<b>34,24</b>	<b>59,61</b>
85,74	<b>E3-CIF</b>			25,37

Relativo a la dimensión extrínseca vía regulación externa de la motivación, la Tabla 98 muestra las diferencias observadas. Se puede ver que la celda intersección E2-Col con E1-Ind (24,77) tiene un valor mayor a las celdas correspondientes de la tabla de diferencias teóricas (ver Tabla 96), identificándose una diferencia estadísticamente significativa, que junto al valor de la mediana expuesto en la Tabla 82 nos permite afirmar: el grupo de control E1-Ind tienen un impacto positivo significativo en la motivación extrínseca vía regulación externa frente a al grupo de control E2-Col. En otras palabras, los estudiantes que han utilizado la metodología individual, consideran más importante este aprendizaje para alcanzar los objetivos del curso, que los que han utilizado la metodología colaborativa.

Tabla 98. Diferencias observadas motivación extrínseca vía regulación externa

	<b>Rango promedio j</b>	56,72	75,13	52,79
<b>Rango promedio i</b>		<b>E2-Col</b>	<b>E3-CIF</b>	<b>E4-CIF-M</b>
81,49	<b>E1-Ind</b>	<b>24,77</b>	6,36	28,70
56,72	<b>E2-Col</b>		18,41	3,93
75,13	<b>E3-CIF</b>			22,34

La Tabla 99 muestra las diferencias observadas para la dimensión desmotivación. Podemos observar cómo las celdas intersección de E4-CIF-M con E2-Col y E3-CIF tienen un valor mayor a las celdas correspondientes de la tabla de diferencias teóricas, implicando una diferencia estadística significativa que junto al valor de la mediana expuesto en la Tabla 83 nos permite afirmar: el grupos E4-CIF-M tienen un impacto significativo en la desmotivación de los alumnos frente a los que utilizan la aproximación colaborativa y colaborativa basada en CIF.

Tabla 99. Diferencias observadas desmotivación

	Rango promedio j	58,42	59,90	103,32
Rango promedio i		E2-Col	E3-CIF	E4-CIF-M
76,97	E1-Ind	18,55	17,07	26,35
56,72	E2-Col		3,18	<b>46,60</b>
59,90	E3-CIF			<b>43,42</b>

A modo resumen, en la Tabla 100 se muestra las comparativas de los resultados obtenidos vía contraste por intervalos de confianza y contraste *Kruskal-Wallis* junto al test *Dunn*. Se puede observar la total concordancia de ambos análisis, salvo en la dimensión motivación extrínseca vía regulación identificada donde K-W no encuentra diferencia entre las metodologías didácticas.

Tabla 100. Comparativa de contrastes para la variable motivación en sus cuatro dimensiones

Dimensión de la Motivación	Contraste intervalos de confianza (respecto a la media)	Contraste Kruskal-Wallis (respecto a la mediana)
Intrínseca	<b>E3-CIF</b> mejora <b>E2-Col</b> y <b>E1-Ind</b> <b>E4-CIF-M</b> mejora <b>E2-Col</b> y <b>E1-Ind</b>	<b>E3-CIF</b> mejora <b>E2-Col</b> y <b>E1-Ind</b> <b>E4-CIF-M</b> mejora <b>E2-Col</b> y <b>E1-Ind</b>
Extrínseca vía regulación identificada	<b>E4-CIF-M</b> mejora <b>E3-CIF</b> , <b>E2-Col</b> y <b>E1-Ind</b>	No existe diferencia estadística significativa.
Extrínseca vía regulación externa	<b>E1-Ind</b> mejora <b>E2-Col</b>	<b>E1-Ind</b> mejora <b>E2-Col</b>
Desmotivación	<b>E4-CIF-M</b> mayor <b>E3-CIF</b> y <b>E2-Col</b>	<b>E4-CIF-M</b> mayor <b>E3-CIF</b> y <b>E2-Col</b>

### 5.5.8 Conclusiones sobre la evaluación

Este último experimento se ha realizado sobre un total de 139 estudiantes. El objetivo fue evaluar la eficacia de aprendizaje y la motivación de los alumnos en cuatro metodologías didácticas: clases tradicionales, aprendizaje colaborativo, aprendizaje colaborativo guiado por el marco CIF, y aprendizaje colaborativo guiado por el marco CIF y con el apoyo de la herramienta MoCAS.

Los resultados obtenidos respecto a la eficacia de aprendizaje no han permitido concluir una diferencia significativa entre las cuatro metodologías didácticas. No obstante, prestando atención a los estadísticos descriptivos mostrados en la Tabla 71, se puede apreciar mayor valor en la media de la variable eficacia de aprendizaje para el grupo CIF más MoCAS en comparación con las otras metodologías didácticas, y especialmente respecto la metodología CIF, identificándose la herramienta MoCAS junto a CIF como elemento de mayor impacto en la eficacia del aprendizaje, no obstante, no son resultados estadísticamente significativos.

## 5.5. EVALUACIÓN DE CIF Y MOCAS V3

En resumen, los resultados en esta experimentación no son concluyentes respecto a la eficacia de aprendizaje de las metodologías didácticas que utilizan CIF y CIF junto a MoCAS, a diferencia de los resultados obtenidos en el segundo experimento y presentado en el capítulo 4.

Los resultados obtenidos respecto a la motivación requieren de un análisis para cada una de sus cuatro dimensiones, mostrado en la Tabla 100:

- Respecto a la dimensión motivación intrínseca (referida a hacer algo porque es inherentemente interesante o divertido), los resultados del análisis nos permiten afirmar que CIF y especialmente CIF combinado con MoCAS son las metodologías pedagógicas donde mayor motivación intrínseca se produce en los estudiantes.
- Relativo a la motivación extrínseca vía regulación identificada (se produce cuando el comportamiento es considerado importante para los objetivos de la asignatura), es mayor en los estudiantes instruidos con CIF y MoCAS.
- En la dimensión motivación extrínseca vía regulación externa (referida realizar una actividad porque lleva a la obtención de un premio o a evitar un castigo), los estudiantes instruidos de manera tradicional o individualmente estuvieron más motivados que los estudiantes instruidos mediante una metodología colaborativa (es decir, ninguno de los enfoques de colaboración basados en CIF).
- Finalmente, los altos niveles de desmotivación también están relacionados con CIF y MoCAS.

De acuerdo a la motivación en su conjunto, los resultados sugieren que CIF y MoCAS se asocian con altos niveles de motivación intrínseca y extrínseca, que pueden mejorar los procesos de aprendizaje, sin embargo, de forma inesperada, un aumento en la desmotivación, sugiere un aumento general en la activación de los estudiantes que muestran motivadores mixtos en sus actividades de aprendizaje.

## 5.6 Conclusiones generales de las tres evaluaciones

A lo largo de este capítulo se han realizado tres experimentaciones incrementales en complejidad y diseño. Se ha evaluado el marco instruccional CIF y CIF más MoCAS respecto a otras metodologías de aprendizaje, en las variables eficacia de aprendizaje y motivación (esta última solo en la experimentación más reciente).

La primera experimentación ha analizado la variable dependiente Eficacia de Aprendizaje de una clase magistral frente a una colaborativa guiada por CIF (grupo experimental). Los resultados del análisis estadístico no han permitido encontrar una diferencia estadística significativa, sin embargo, sí se identifica una contribución positiva en la eficacia del aprendizaje del grupo experimental basada en los estadísticos media y varianza. Además, en un análisis de las características y diseño del material utilizado (pre-test y post-test), se identifica uno de sus componentes (subconcepto-1) como el más relevante por el número de preguntas involucradas. Se propone como mejora centrar la experimentación en el subconcepto-1, así como la creación de una herramienta informática colaborativa CSCL denominada MoCAS, que apoye y facilite la aplicación de CIF en el aula.

La segunda experimentación ha analizado la variable dependiente Eficacia de Aprendizaje, en cuatro metodologías didácticas, dos grupos experimentales (con CIF y CIF más MoCAS) frente a dos grupos de control (Colaborativo e Individual). Los resultados del análisis estadístico sí nos han permitido confirmar la hipótesis de trabajo “*la utilización del marco instruccional CIF soportado por la herramienta MoCAS mejora la eficacia del aprendizaje frente a otras metodología pedagógicas*”. Sin embargo, no podemos afirmar que CIF, sin la herramienta informática, mejore el aprendizaje de los alumnos.

Adicionalmente al análisis cuantitativo, y a través de entrevistas con alumnos, estos indicaron su valoración positiva y motivadora en la utilización de la herramienta MoCAS, como canal articulador y centralizador de la discusión. Estas apreciaciones han identificado la necesidad de una nueva evaluación sobre Eficacia de Aprendizaje, donde la dimensión Motivación de los alumnos sea evaluada.

En la tercera y última experimentación se han analizado las variables dependientes Eficacia de Aprendizaje y Motivación en sus cuatro dimensiones (intrínseca, extrínseca vía regulación identificada, extrínseca vía regulación externa y desmotivación). El instrumento utilizado medir la motivación situacional ha sido la escala EMSI. En el experimento se han comparado nuevamente las cuatro metodologías didácticas anteriores. Los análisis realizados para la variable Eficacia de Aprendizaje no permiten demostrar estadísticamente una diferencia significativa entre las diferentes aproximaciones metodológicas.

Para la dimensión motivación, y de acuerdo a sus cuatro dimensiones, los análisis son estadísticamente significativos, proporcionando resultados muy prometedores. Más detalladamente, respecto a la motivación intrínseca, los resultados del análisis nos permiten afirmar que CIF, y especialmente CIF combinado con MoCAS, son las metodologías pedagógicas con mayor motivación intrínseca; la motivación extrínseca vía regulación identificada es mayor en los estudiantes instruidos con CIF y MoCAS.

Sin embargo, en la dimensión motivación extrínseca vía regulación externa (referida a realizar una actividad, porque lleva a la obtención de un premio o a evitar un castigo), los estudiantes instruidos de manera tradicional o individualmente estuvieron más motivados que los estudiantes instruidos mediante una metodología colaborativa. Así mismo, los mayores niveles de desmotivación también están relacionados con CIF y MoCAS. Los resultados en estas dos dimensiones nos indican una falta de identificación por los alumnos partícipes en la experimentación de la utilidad que esta actividad tiene para sus resultados académicos. Por lo tanto, identificamos como propuesta de mejora una mayor contextualización de los experimentos en el temario de las asignaturas.





## Capítulo 6. Conclusiones

*En este último capítulo se presentan las conclusiones obtenidas a partir de los trabajos realizados. Se relacionan las conclusiones con los objetivos iniciales planteados en el capítulo 1.*

*En primer lugar indicaremos los hitos alcanzados y la relación entre objetivos y aportaciones. A continuación se exponen las aportaciones y limitaciones tanto del marco instruccional CIF como de la herramienta MoCAS. Finalmente, se indican los nuevos caminos de investigación identificados.*



## 6.1 Consecución de los objetivos fijados y verificación de las hipótesis.

Procedemos al estudio de las aportaciones alcanzadas en esta investigación, su relación con los objetivos planteados y categorizados en tres dimensiones tal y como se presentaron en el Capítulo 1. Recordamos los objetivos principales:

Objetivos principales:

*"Definir un marco instruccional colaborativo que desarrolle, con un acercamiento colaborativo, los objetivos educativos propuestos para un nivel de la taxonomía de Bloom, y su evaluación en las dimensiones de eficacia de aprendizaje y motivación"*

*"Desarrollar una herramienta informática colaborativa, inspirada en el marco instruccional, que de soporte completo a la instrucción y al proceso de aprendizaje de los alumnos, evaluando su aportación en las dimensiones eficacia de aprendizaje y motivación".*

La consecución de los dos objetivos principales se producen mediante la realización de diez objetivos parciales. Estos objetivos enunciados en el capítulo 1 se distribuyen a lo largo de los restantes capítulos, tal y como se muestra en la Tabla 101.

Tabla 101. Distribución de los objetivos parciales en la memoria de la tesis

	Dimensiones			Objetivos parciales
	pedagógica y social	tecnológica	experimental	
Capítulo 2	1	6		
	2			
Capítulo 3	3			
	4			
	5			
Capítulo 4		7		
		8		
Capítulo 5			9	
			10	

Cubrimos a continuación los objetivos parciales por capítulos, atendiendo a su dimensión tanto pedagógica y social, como tecnológica y experimental.

Teniendo en cuenta que en el capítulo 1 se plantean las hipótesis, objetivos principales y objetivos parciales, no se desarrollan ninguno de los objetivos parciales.

El capítulo 2 desarrolla los objetivos parciales 1 y 2 de la dimensión pedagógica y social, así como el objetivo parcial 6 de la dimensión tecnológica. El objetivo parcial 1, *"Estudio de las principales corrientes psicopedagógicas y taxonomías de aprendizaje, prestando especial atención a sus diferencias respecto a la taxonomía de Bloom"* se ha

## 6.1. CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS FIJADOS Y VERIFICACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

conseguido. Se han analizado bajo una perspectiva histórica la evolución de las corrientes psicopedagógicas, así como las diferentes taxonomías de aprendizaje a las que han dado lugar, identificando sus diferencias más significativas respecto a la taxonomía de Bloom. El objetivo parcial 2, "*Estudio de modelos instruccionales con o sin soporte computacional, así como métodos activos de aprendizaje, identificando sus características y aportaciones más significativas*", se ha desarrollado con éxito, mediante la identificación de los modelos instruccionales más adecuados para la incorporación de elementos computacionales en la colaboración, entre los que destacamos CSCL. Además, se han analizado una amplia variedad de métodos activos de aprendizaje como PBL y POL, que pueden ser desarrollados mediante CSCL como aporte tecnológico. Finalmente, se desarrolla el objetivo parcial 6, "*Estudio de herramientas informáticas colaborativas para el dominio del aprendizaje de la programación; principales características y carencias*". Este objetivo ha sido alcanzado, mediante la identificación de sus principales características como, ámbito de aplicación en el dominio del aprendizaje de la programación, mecanismos de interacción y comunicación.

En el capítulo 3 se desarrollan los objetivos parciales 3, 4 y 5 de la dimensión pedagógica y social. El objetivo parcial 3, "Identificación del nivel más adecuado de la taxonomía de Bloom para el desarrollo de actividades colaborativas respecto a los objetivos educativos desarrollados", ha sido resuelto al comienzo del capítulo 3. La elección del nivel de análisis es, además de una decisión argumentada, una apuesta basada en las experiencias adquiridas a través del grupo de investigación Lite de la Universidad Rey Juan Carlos, donde una de sus líneas de investigación es relativa a herramientas CSCL para el aprendizaje de algoritmos voraces (Velázquez-Iturbide et al., 2013) o diseño de software educativo (Hernán-Losada, 2012), ambos referenciados a la taxonomía de Bloom. El objetivo parcial 4, "Proponer un marco instruccional colaborativo independiente del dominio de aprendizaje, facilitador de la instrucción y basado en un nivel de la taxonomía de Bloom orientado al trabajo colaborativo, así como la identificación de los elementos básicos que lo conforman", se ha alcanzado, ya que se han desarrollado todos los objetivos educativos propuestos en la taxonomía de Bloom para el nivel de análisis. Además, se han identificado las acciones básicas con cuya combinación se puede articular la instrucción de cada uno de los objetivos educativos de CIF. Estos elementos básicos, han permitido la identificación de tareas a desarrollar por acercamientos CSCL que den soporte a CIF, inspirando la herramienta software MoCAS en sus diferentes versiones. Finalmente, en el capítulo 3 se desarrolla y alcanza el objetivo parcial 5, "Propuesta y aplicación del marco instruccional colaborativo en el dominio del aprendizaje de la programación procedimental". Este objetivo ha sido alcanzado satisfactoriamente mediante la aplicación del marco instruccional independiente del dominio CIF a un dominio particular. Destaca la similitud entre CIF y su aplicación al dominio de la programación, ilustrándose el proceso para futuras aplicaciones a otros dominios de aprendizaje.

El capítulo 4, dedicado íntegramente al desarrollo de la dimensión tecnológica cubre los objetivos parciales 7 y 8. El objetivo parcial 7, "*Desarrollar herramientas computacionales pedagógicas, que basadas en nuestro marco instruccional colaborativo, den soporte a la instrucción y al aprendizaje para el dominio de la programación procedimental, prestando atención a la relevancia de la movilidad face-to-face de los alumnos*" se ha alcanzado mediante la creación de las herramientas MoCAS y TACAC. MoCAS ha evolucionado desde un prototipo inicial para clientes

tipo smartphone, hasta una herramienta multimodal que da soporte a smartphones, tablets, ordenadores de sobremesa o cualquier dispositivo que soporte un navegador. Además, MoCAS ha sido evaluada en experimentación en entornos reales de aprendizaje con alumnos, obteniéndose una realimentación y depuración de la herramienta, que nos ha permitido dotarla de una gran fiabilidad y usabilidad. Finalmente, el objetivo parcial 8, *"Modelado mediante lenguajes formales instruccionales del marco instruccional propuesto, analizando el estado del arte y su proyección futura bajo plataformas e-learning"*, ha sido alcanzado mediante el estudio de los diferentes lenguajes de modelado instruccional, la identificación del más adecuado y la incorporación, a un LMS como es Moodle, del primer objetivo educativo desarrollado por CIF.

Finalmente, en el capítulo 5 dedicado íntegramente a la experimentación, se cubren los dos objetivos parciales 9 y 10 de la dimensión experimental. El objetivo 9, *"Evaluación del marco instruccional colaborativo, con y sin herramientas computacionales, en las dimensiones de eficacia de aprendizaje y motivación para el dominio del aprendizaje procedimental, mediante experimentación en el aula y laboratorio con muestras suficientemente significativas, a lo largo de varios cursos académicos"*, ha sido alcanzado mediante tres experimentos llevados a cabo en los cursos académicos 2007-2008, 2010-2011 y 2011-2012. Se ha demostrado cómo la instrucción guiada por CIF, con o sin el soporte instruccional de MoCAS, tiene un efecto estadísticamente significativo en las dimensiones eficacia de aprendizaje y en la motivación de los alumnos. Finalmente, el último objetivo parcial 10, *"Mejora continua de las herramientas computacionales desarrolladas a través de validaciones empíricas incrementales de los prototipos, evaluando su usabilidad por expertos y usuarios mediante entrevistas después de las experimentaciones"*, se ha alcanzado a lo largo de los tres experimentos. A través de la evaluación de MoCAS llevada a cabo mediante su utilización, tanto por docentes expertos en desarrollo de software y alumnos, han permitido la detección de errores, identificación de carencias y mejora de las interfaces de usuario para la versión actual de la herramienta.

Como consecuencia de la realización de los 10 objetivos parciales desarrollados en esta memoria de tesis doctoral, podemos afirmar la consecución de los dos objetivos principales propuestos, por lo tanto, se han podido demostrar las dos hipótesis de partida:

*"La creación de un marco instruccional colaborativo basado en los objetivos educativos de la taxonomía de Bloom, permite desarrollar clases colaborativas con una mayor eficacia de aprendizaje y tiene un impacto positivo en la motivación de los alumnos"*

*"La incorporación de una herramienta informática colaborativa, desarrollada conforme al marco instruccional propuesto, mejora los resultados en las dimensiones de eficacia de aprendizaje y motivación"*

## 6.2 Reflexiones sobre las aportaciones

El marco instruccional colaborativo CIF desarrolla los dieciséis objetivos educativos del nivel de análisis de la taxonomía de Bloom con un gran componente colaborativo. La utilización de una taxonomía de amplia difusión en la comunidad educativa

## 6.2. REFLEXIONES SOBRE LAS HIPÓTESIS

proporciona a CIF un conjunto de características propias de la taxonomía, como una clara identificación de los objetivos educativos, facilidad para intercambio de materiales entre docentes, etc. CIF es, por tanto, una aportación novedosa para la comunidad docente, ya que proporciona un modelo instruccional colaborativo guiado por objetivos educativos. Sin embargo, también adquiere la limitación relativa a la rigidez de la taxonomía, al considerar la adquisición de destrezas como un proceso jerarquizado en niveles de complejidad creciente. Aunque esta limitación podría haberse superado con la utilización de la taxonomía revisada de Bloom, se ha dado mayor relevancia a la clara identificación de objetivos educativos que se desarrollan en la taxonomía original de Bloom.

Debido a que la taxonomía de Bloom contempla un gran número de objetivos educativos distribuidos en sus seis niveles jerárquicos, se centra el proceso de investigación en un único nivel. Para la elección del nivel más adecuado, aunque se identifican como niveles candidatos los niveles aplicación o análisis, se ha prestado especial atención al tipo de actividades colaborativas que los verbos involucrados en el nivel permiten realizar, habiendo seleccionado como nivel más adecuado el nivel de análisis. Dicha elección no está exenta de discusión, argumentada en el capítulo 2, habiendo sido determinantes las experiencias del equipo de investigadores que conforman el grupo Lite de la Universidad Rey Juan Carlos.

El nivel de análisis de la taxonomía de Bloom consta originalmente de 19 objetivos educativos. En el proceso de traducción de los objetivos educativos se ha optado por la fusión de 2 de ellos en otros objetivos educativos contiguos y la eliminación de un objetivo educativo relativo al análisis de las interacciones de los miembros de un grupo, para evitar interacciones no adecuadas en la colaboración. En el capítulo 2 se motivan estas decisiones detalladamente. Los 16 objetivos educativos resultantes son muy generalistas, habiendo necesitado de un proceso de interpretación en aras de minimizar ambigüedades y dificultades en su aplicación. No obstante, este proceso involucra interpretaciones que pueden limitar el espectro de dominios de aplicación de CIF frente a la taxonomía de Bloom.

Para facilitar la aplicación de CIF se ha utilizado un formato ficha con una estructura común en todas ellas, facilitando la adaptación del docente a CIF. Cada ficha desarrolla, con un acercamiento colaborativo, un objetivo educativo mediante la combinación de acciones atómicas comunes y transversales. Para experimentar con CIF, se ha aplicado CIF para el dominio del aprendizaje de la programación procedimental. Su utilización en el aula, además de permitir experimentar sus características, ilustra el proceso semi-automático de adaptación de CIF a un dominio de aprendizaje particular, no exento de un esfuerzo cognitivo por parte del docente.

Como aportación tecnológica de esta memoria de tesis doctoral se han desarrollado las herramientas MoCAS y TACAC para el paradigma CSCL. Sus funcionalidades se basan en las acciones atómicas que conforman CIF y centrándose en el desarrollo de la primera ficha guía de CIF, aplicada para el dominio del aprendizaje de la programación procedimental relativa al aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores. La elección de la primera ficha se ha realizado debido a la significancia del concepto de estudio en programación procedimental, atendiendo a la experiencia docente de los miembros del Departamento de Lenguajes y Sistemas informáticos I de la Universidad Rey Juan Carlos.

En el proceso de análisis del estado del arte, en herramientas CSCL para nuestro concepto de estudio no se ha identificado ninguna herramienta específica. Se ha motivado la creación de las herramientas MoCAS y TACAC. Estas herramientas exploran distintos dispositivos hardware como smartphones, tablets o portátiles con el objetivo de facilitar la interacción face-to-face. Los mecanismos de comunicación utilizados abarcan mensajería síncrona tipo chat y bocadillos de texto sobre el código fuente, además de un proceso de interacción a través de votaciones sobre las aportaciones creadas por los miembros del grupo. No obstante, sí se han identificado aplicaciones colaborativas de propósito más amplio pero con carencias en dispositivos *handheld* que faciliten la interacción *face-to-face* y limitación en los mecanismos de comunicación mayoritariamente basados en mensajería de texto. Aunque no pertenezca al paradigma CSCL, como único exponente para el aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores nos encontramos con la utilidad *problets*, orientada al aprendizaje individual.

MoCAS ha sido utilizada en experimentación, evolucionando a lo largo de tres versiones tanto en funcionalidad como en usabilidad gracias al *feedback* de alumnos y expertos. No obstante, existen limitaciones propias a su formato de creación *ad-hoc*, como por ejemplo, la dificultad de su difusión en la comunidad educativa, por requerir de un tiempo de instalación en el aula y rigidez en su escalabilidad. Buscando facilitar la difusión de CIF en la comunidad educativa, se ha realizado una primera aproximación al modelado de CIF mediante lenguajes instruccionales, dando lugar a la versión de CIF denominada CIF-L y presentada en el capítulo 4. CIF-L utiliza estándares educativos que han permitido su incorporación con éxito al LMS Moodle, siendo ésta una aportación respecto a la herramienta MoCAS. No obstante, su perfeccionamiento y experimentación son líneas futuras de investigación.

Todos los trabajos desarrollados en esta memoria han sido validados en una experimentación que ha involucrado tres cursos académicos, proporcionando muestras poblacionales significativas, dotando a este proceso de una gran consistencia. Además, este largo periodo de tiempo ha facilitado el perfeccionamiento en el diseño de los experimentos y de las herramientas informáticas mediante los *feedback* obtenidos.

Los dos primeros experimentos han centrado sus estudios estadísticos en la dimensión eficacia de aprendizaje, habiéndose obtenido un incremento en la eficacia de aprendizaje con la metodología CIF y especialmente con CIF y el aporte tecnológico de MoCAS respecto a otras metodologías didácticas. En la tercera y última experimentación, además de la dimensión eficacia de aprendizaje, se ha analizado el efecto que las metodologías didácticas tienen en la motivación situacional de los alumnos. La evaluación de la motivación es una de las aportaciones de la memoria de tesis doctoral, ya que no se han encontrado estudios en el aprendizaje de la programación en CS1. Los resultados obtenidos han sustentado las hipótesis de trabajo planteadas, identificándose una mayor motivación de los alumnos que han utilizado nuestras metodologías didácticas (CIF y CIF más MoCAS). Sin embargo, se han identificado disonancias, tales como una mayor motivación en términos generales, pero un aumento en la dimensión desmotivación, lo que nos lleva a identificar la necesidad de continuar con una experimentación que analice más detalladamente esta interrelación.

Por lo tanto, las aportaciones de esta memoria cubren la dimensión pedagógica y social mediante el marco instruccional CIF, la dimensión tecnológica mediante las

## 6.2. REFLEXIONES SOBRE LAS HIPÓTESIS

herramientas MoCAS y TACAC, y la dimensión experimental, que consolida y verifica las hipótesis planteadas.

## 6.3 Futuras líneas de investigación

El marco instruccional colaborativo CIF y su aplicación abre un amplio abanico de líneas de investigación. Presentamos a continuación las propuestas de trabajos futuros derivados de la investigación realizada en esta memoria de tesis doctoral.

En la dimensión pedagógica, la creación de CIF proporciona a los docentes un marco instruccional colaborativo directamente aplicable en el aula. No obstante, su utilización por la comunidad docente no ha sido explorada suficientemente. Se identifica la necesidad una evaluación cualitativa de CIF por docentes en el mayor número posible de dominios de aprendizaje. Para la obtención de información se propone la utilización entrevistas y escalas de valoración tipo *Likert* u *Osgood*. Estos análisis nos permitirán identificar debilidades y puntos de mejora en CIF.

Otra línea de trabajo futuro es relativa al desarrollo de los mecanismos de evaluación propuestos por CIF. Aunque se han ilustrados diferentes tipos de evaluación para los tres subniveles de objetivos educativos, es necesaria una especificación más detallada de la sección de evaluación para cada una de las fichas guías que componen CIF. Esta especificación ha de tener en cuenta los mecanismos de evaluación soportada por computación bajo el paradigma CSCL (Gress, Fior, Hadwin, & Winne, 2010) (Chan & Van Aalst, 2004).

En la dimensión tecnológica, se proponen dos líneas de investigación. La primera es la evaluación de la usabilidad de la herramienta MoCAS, que permita su evolución en posteriores versiones. Esta evaluación se realizará mediante la inspección de usabilidad por expertos, y pruebas de usuario guiadas por test. La segunda línea de investigación es la creación de una herramienta informática, que siendo de propósito general, dé soporte a la totalidad de CIF. La experiencia docente del autor de esta memoria y de los investigadores y docentes que conforman el grupo Lite en los nuevos grados de Educación Infantil y Primaria, ha permitido trabajar y adquirir maestría en las herramientas de autor *HotPotatoe* y *JClic*. Gracias a esta experiencia, se propone la creación de una nueva herramienta que inspirada en *JClic* y MoCAS proporcione un soporte computacional completo para CIF. Esta nueva herramienta ha de permitir a los docentes la implementación de cualquier actividad colaborativa con independencia del dominio de aprendizaje, así como la instrucción de la actividad colaborativa según el marco instruccional CIF.

Para la dimensión experimentación, se proponen dos líneas principales de investigaciones. Una primera línea orientada a la realización de nuevas experimentaciones en las que se analicen diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje en comparación con CIF para las variables de estudio eficacia de aprendizaje y motivación situacional. El objetivo de esta nueva experimentación es poder contrastar y matizar los resultados presentados en esta memoria relativos a la desmotivación y su relación con métodos activos de aprendizaje, así como un análisis sobre la correlación entre la motivación y la eficacia de aprendizaje.



Por último, una segunda línea de investigación, es la experimentación de la propuesta CIF-L para las variables eficacia y motivación para el dominio del aprendizaje de la programación. Esta evaluación requiere la instalación de CIF-L en una plataforma Moodle y su utilización directa en el aula, mediante un diseño experimental con toma de datos previa (pre-test), actividad de enseñanza-aprendizaje, y toma de datos posterior (post-test), así como su posterior análisis estadístico.



## Apéndice A - Criterios de análisis del objetivo educativo trece

A continuación se presenta un conjunto de criterios guía como primer acercamiento al análisis de obras literarias, arquitectónicas, escultóricas, pictóricas o de documentos científicos.

- **Criterios para el análisis de textos literarios:**

**Prerrequisitos.** Haber estudiado los distintos periodos de la literatura, prestando especial atención a su evolución temporal. Para cada periodo se han visto textos de referencia y estilos literarios.

Una vez cumplidos el prerrequisito, se analizará un texto en grupos de acuerdo a los siguientes criterios:

Descripción. Se realizará una descripción conforme a los siguientes criterios:

1. Categorizar el texto conforme a información previa que se tenga del autor, como por ejemplo:
  - a) Autor: cronología
  - b) Obra: estilo
  - c) Género: literario, histórico, jurídico, religioso, económico, etc.
  - d) Fuente del texto: primaria o del propio autor, o secundaria proveniente de un tercero.

Comentario. Acciones a realizar:

2. Resumen del contenido del texto. Identificar y subrayar las ideas principales y secundarias (ver si estas amplían o justifican la idea principal).
3. Analizar el contenido del texto. En este punto, sobre el texto a analizar, se ha de analizar, comentar, criticar u opinar, en base a los conocimientos que poseen los alumnos.
4. Cada grupo expondrá el análisis realizado a la totalidad de la clase.
5. La clase en su conjunto, creará un esquema sobre el estilo del autor, tomando como partida los textos analizados grupalmente. Además, los alumnos han de analizar los textos buscando patrones comunes como, estructura de las obras, articulación de las ideas, etc.

- **Criterios para el análisis de obras arquitectónicas:**

Descripción. Se realizará una descripción conforme a los siguientes criterios:

- Tipo de edificación y función: religiosa, funeraria, política, vivienda, etc.
- Técnica: materiales empleados, sistema constructivo.
- Aspectos formales:
  - descripción del exterior: organización interna

## APÉNDICE A - CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL OBJETIVO EDUCATIVO TRECE

- análisis de la planta del edificio
- elementos sustentantes: muros, columnas, pilares, y por último cubierta.

Comentario. Acciones a realizar:

- Clasificación en época y estilo.
- Relación de la obra con su contexto artístico, cultural, económico, político, social y religioso.
- Valoración.

### • Criterios para el análisis obras escultóricas:

Descripción. Se realizará una descripción conforme a los siguientes criterios:

- Técnica: materiales y técnica escultórica: talla, modelado, etc.
- Aspectos formales:
  - Tipo de escultura: bulto redondo, altorrelieve, bajo relieve.
  - Tratamiento de la figura: proporción, detallismo, naturalismo, etc.
  - Movimiento o rigidez.
  - Volumen: si es una obra para ver desde un punto de vista, o tiene tridimensionalidad
  - Color: si está o no policromada.
  - Contenidos y función: religiosa, política, decorativa...etc.

Comentario. Acciones a realizar:

- Clasificación en época o estilo.
- Relación de la obra con su contexto artístico, cultural, económico, político, social o religioso.
- Valoración.

### • Criterios para el análisis obras pictóricas:

Descripción: Se realizará una descripción conforme a los siguientes criterios:

- Técnica: materiales (lienzo, tabla, muro, papel, etc).
- Técnica pictórica: fresco, temple, óleo, etc.
- Aspectos formales: composición, es decir, colocación espacial de las figuras.
- Tratamiento de la figura: proporción, detallismo, naturalismo...
- Representación del espacio (perspectiva)
- Tratamiento de la luz.
- Empleo del color.
- Movimiento o rigidez.
- Tratamiento del paisaje (si lo hay).
- Temática: religioso, político, vida cotidiana, retrato, etc.

## APÉNDICE A- CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL OBJETIVO EDUCATIVO TRECE

Comentario. Acciones a realizar:

- Clasificación en época y estilo.
- Relación de la obra con su contexto artístico, cultural, económico, político, social y religioso.
- Valoración.

- **Criterios para el análisis de documentos científicos o formales:**

Descripción: Se realizará una descripción conforme a los siguientes criterios:

- Categorizar el tipo de artículo: ciencias de la salud, física, química, tecnológico.
- Analizar su estructura, identificando los elementos que conforman el documento: abstract, introducción, secciones intermedias y conclusiones.
- Categorizar el tipo de información que se muestra en los elementos anteriores.

Comentario. Acciones a realizar:

- Identificar las ideas principales que se muestran en cada sección.
- Formato de presentación de ideas, su refuerzo y/o refutación.
- Creación de un patrón tipo para el documento.
- Experimentar, si el patrón obtenido cubre las necesidades de otro tipo de artículo.

Ejemplo de utilización: Con el ánimo de experimentar el patrón obtenido, se proporciona a los alumnos los párrafos (en documentos independientes) de un artículo ya elaborado. Se les pide que los trasladen a su esquema, analizando si el esquema cubre las necesidades de ese ejemplo concreto, es decir, si se ajusta al esquema.



## Apéndice B - Instrumentos de Evaluación de objetivos educativos

Las pruebas objetivas son una de los métodos de evaluación más empleados para la evaluación del aprendizaje de los alumnos. Se consideran pruebas objetivas aquellas cuyas preguntas estén formuladas de manera concisa y las respuestas estén limitadas a una serie de opciones dadas, garantizándose una mayor objetividad a la hora de corregirlas. Toda prueba objetiva ha de cumplir un conjunto de características como: objetividad, validez y fiabilidad.

Este apéndice no pretende ser un estado del arte exhaustivo sobre pruebas objetivas, no obstante se busca su ilustración mediante ejemplos que permitan al docente contextualizarlas. Veamos una descripción de los tipos de preguntas más utilizadas en pruebas objetivas, así como las características de cada una de ellas, tal y como presenta Aura Herrera (Herrera-Rojas, 1996). Para facilitar su futura referencia, se codifican las evaluaciones con los códigos Ex, siendo x el número de evaluación según su ocurrencia.

- **E1 - Elección múltiple con única respuesta correcta**

Es el tipo de pregunta más conocido y usado en las pruebas objetivas. Está formada por un enunciado y cuatro o cinco opciones de respuesta. El enunciado puede estar compuesto por múltiples elementos como: una frase incompleta; una interrogación; un texto; o una gráfica. Las opciones aparecen enumeradas, mediante letras o números y solamente una de ellas es correcta.

Además de las consideraciones generales sobre construcción de preguntas, en este tipo de ítems es altamente recomendable evitar expresiones como “todas las anteriores” o “ninguna de las anteriores”.

Este tipo de pregunta es útil para evaluar cualquiera de los tres primeros niveles de la taxonomía de Bloom.

- **E2 - Elección múltiple con múltiple respuesta correcta**

La evaluación consta de un enunciado y cuatro respuestas enumeradas. Una o varias respuestas pueden completar correctamente el enunciado.

Este tipo de pregunta no debe incluir distractores (preguntas parcialmente correctas) mutuamente excluyentes por lo que estarían anulando una o varias opciones de respuesta; tampoco debe incluir en las opciones de respuesta expresiones como “todas las anteriores” o “ninguna de las anteriores”.

Este tipo de pregunta es útil para evaluar cualquiera de los niveles de objetivos educativos de Bloom. Sin embargo, se usa frecuentemente para evaluar el nivel de comprensión y aplicación, utilizando: a) una situación en la que es necesario considerar varias consecuencias posibles, b) una situación en la que es necesario especificar una o más condiciones para definirla adecuadamente, c) dos situaciones semejantes con

## APENDICE B - INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE OBJETIVOS EDUCATIVOS

respecto a uno o más puntos de comparación, d) un principio que puede aplicarse a más de una situación, o e) varias consideraciones que pueden conducir al mismo resultado.

- **E3 - Información Suficiente**

Este tipo de preguntas constan de un problema y dos informaciones identificadas con los números I y II. No se requiere que el sujeto evaluado resuelva el problema, sino que decida si las informaciones proporcionadas son necesarias y suficientes para resolverlo. Ha de conservar la siguiente estructura:

Ejemplo: Pregunta de Información Suficiente

*Se quiere comparar el tiempo de reacción ante un estímulo en dos poblaciones. Se toman muestras aleatorias de las poblaciones, se recogen los datos y se elige un estadístico de prueba. Para decidir si se acepta o rechaza una hipótesis de igualdad de medias con un nivel de significancia  $\alpha$ , se requiere conocer:*

*I. la distribución del estadístico de prueba*

*II. la probabilidad de obtener un valor mayor que el observado en el estadístico de prueba*

Este tipo de pregunta es útil para la evaluación del nivel de aplicación de la taxonomía de Bloom.

- **E4 - Análisis de Postulados**

Este tipo de evaluación consta de una afirmación y dos postulados identificados con los números I y II. Entre la afirmación y los postulados se encuentra la palabra por consiguiente. Para su resolución examinado no necesita evaluar el valor de verdad de las afirmaciones, todo se supone verdadero; solo debe analizar la relación lógica existente entre afirmación y postulados.

Las instrucciones para responder este tipo de pregunta son, generalmente, como se muestra a continuación:

*"Las preguntas que encontrará a continuación constan de una afirmación VERDADERA y dos postulados también VERDADEROS identificados con los números I y II. Usted debe decidir si los postulados se deducen lógicamente de la afirmación y contestar según el cuadro siguiente: ...*

*Marque A si de la tesis se deducen los postulados I y II*

*Marque B si de la tesis solo se deduce el postulado I*

*Marque C si de la tesis solo se deduce el postulado II*

*Marque D si ninguno de los postulados se deduce de la tesis*

Ejemplo: Pregunta de Análisis de Postulados

*Es inimputable quien comete el delito bajo influencia determinante de un trastorno mental*

**POR CONSIGUIENTE**



## APENDICE B - INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE OBJETIVOS EDUCATIVOS

I. *Un psicótico puede ser inimputable*

II. *Un inimputable comete un hecho típico y antijurídico pero no culpable ni punible*

Este tipo de preguntas se construyen en base a las siguientes premisas: a) aun cuando la instrucción le indica al examinado que debe suponer todo verdadero, es recomendable que las afirmaciones lo sean en efecto o, por lo menos que no sean absurdos u obviamente falsos, b) todas las afirmaciones deben ser gramaticalmente completas e independientes unas de otras, c) la construcción de la pregunta debe ser tal que la deducción lógica sea indiscutible, de manera que la respuesta correcta sea inequívoca y d) este tipo de pregunta es útil para examinador de alto nivel educativo.

Es un tipo de pregunta de difícil elaboración y requiere de cuidadoso análisis previo para que la respuesta sea inequívoca. Es por tanto, adecuado para evaluar el nivel de Análisis.

- **E5 - Análisis de relaciones**

Este tipo de evaluaciones presentan dos afirmaciones unidas por la palabra porque y la segunda afirmación se considera una razón verdadera o supuesta de la primera. El examinado debe evaluar tanto el valor de verdad de las afirmaciones como la relación entre ellas. A diferencia de las preguntas de análisis de postulados, en estas las afirmaciones pueden ser verdaderas o falsas.

*Las preguntas que encontrará a continuación constan de una afirmación y una razón unidas por la palabra PORQUE. Usted debe juzgar tanto el grado de verdad o falsedad de cada una de ellas como la relación existente entre las mismas, y contestar en su hoja de respuestas según el cuadro siguiente:*

*Marque A si ambas afirmaciones son verdadera y la segunda es una razón o explicación correcta de la primera*

*Marque B si ambas afirmaciones son verdaderas pero la segunda NO es una razón o explicación correcta de la primera*

*Marque C si la primera afirmación es verdadera pero la segunda es falsa*

*Marque D si la primera afirmación es falsa pero la segunda es verdadera*

*Marque E si ambas afirmaciones son falsas*

Para la construcción de este tipo de preguntas es necesario tener en cuenta: a) las afirmaciones no deben ser obviamente falsas u obviamente verdaderas, b) las afirmaciones no deben ser contradictorias entre sí o mutuamente excluyentes y c) las afirmaciones deben estar construidas de manera que pueda juzgarse su verdad o falsedad independientemente, es decir, deben ser frases gramaticalmente completas.

## APENDICE B - INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE OBJETIVOS EDUCATIVOS

Ejemplo: Pregunta de Análisis de Relaciones

*El hemisferio cerebral izquierdo regula las contracciones musculares del lado derecho del cuerpo porque las fibras motoras y sensitivas se cruzan en el bulbo*

Este tipo de preguntas son particularmente útiles para evaluar en el nivel de Análisis y presenta menos dificultades prácticas que las preguntas de tipo Análisis de Postulados.

A modo resumen la Tabla 102 muestra los tipos de preguntas más utilizados en pruebas objetivas y las características de cada uno de ellos, donde la columna "Código Evaluación" facilitar la posterior referencia a las distintas pruebas objetivas en el desarrollo del nuestro marco instruccional.

Como se puede apreciar en la Tabla 102 muestra los tipos de preguntas más utilizados en pruebas objetivas y sus principales características. La columna "Código Evaluación" es utilizada a lo largo del marco instruccional CIF para referenciar las evaluaciones más adecuadas. En cada una de las agrupaciones de objetivos educativos ("Análisis de Elementos", "Análisis de relaciones entre elementos" y "Análisis de principios organizacionales") se indican las evaluaciones propuestas a través de sus códigos.

Tabla 102. Tipos de Preguntas estructuradas más utilizadas en pruebas objetivas

<b>Código Evaluación</b>	<b>Prueba Objetiva</b>	<b>Componentes</b>	<b>Características</b>	<b>Nivel a utilizar en la taxonomía de Bloom</b>
E1	Elección múltiple con única respuesta	Un enunciado y cuatro o cinco opciones de respuesta	Sólo una de las opciones completa correctamente el enunciado. Puede utilizarse para evaluar cualquier objetivo educativo	1 - Conocimiento 2 - Comprensión 3 - Aplicación
E2	Elección múltiple con múltiple respuesta	Un enunciado y cuatro opciones de respuesta	Una, dos, tres o todas las opciones de respuesta pueden completar correctamente el enunciado, el examinado debe elegir una combinación de ellas. Adecuado para evaluar cualquier objetivo educativo	1 - Conocimiento 2 - Comprensión* 3 - Aplicación 4 - Análisis 5 - Síntesis 6 - Evaluación*  *Niveles más frecuentemente utilizados.

APENDICE B - INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE OBJETIVOS EDUCATIVOS

<b>Código Evaluación</b>	<b>Prueba Objetiva</b>	<b>Componentes</b>	<b>Características</b>	<b>Nivel a utilizar en la taxonomía de Bloom</b>
E3	Información suficiente	Un problema y dos informaciones relacionadas con el mismo	Una o las dos informaciones pueden ser necesarias y suficientes para resolver el problema o pueden ser necesarias pero no suficientes. El evaluado no debe resolver el problema, sólo evaluar la información disponible. Excelente para evaluar el nivel de Aplicación	3 - Aplicación
E4	Análisis de postulados	Una afirmación y dos postulados	Tanto la afirmación como los postulados son verdaderos. El examinado evalúa la relación lógica entre ellos. Excelente para evaluar el nivel de Análisis	4 - Análisis
E5	Análisis de relaciones	Dos afirmaciones separadas por la palabra PORQUE	Tanto la afirmación como la razón pueden ser verdaderas o falsas. El examinado evalúa tanto su valor de verdad como la relación lógica entre ellas. Excelente para evaluar el nivel de Análisis	4 - Análisis

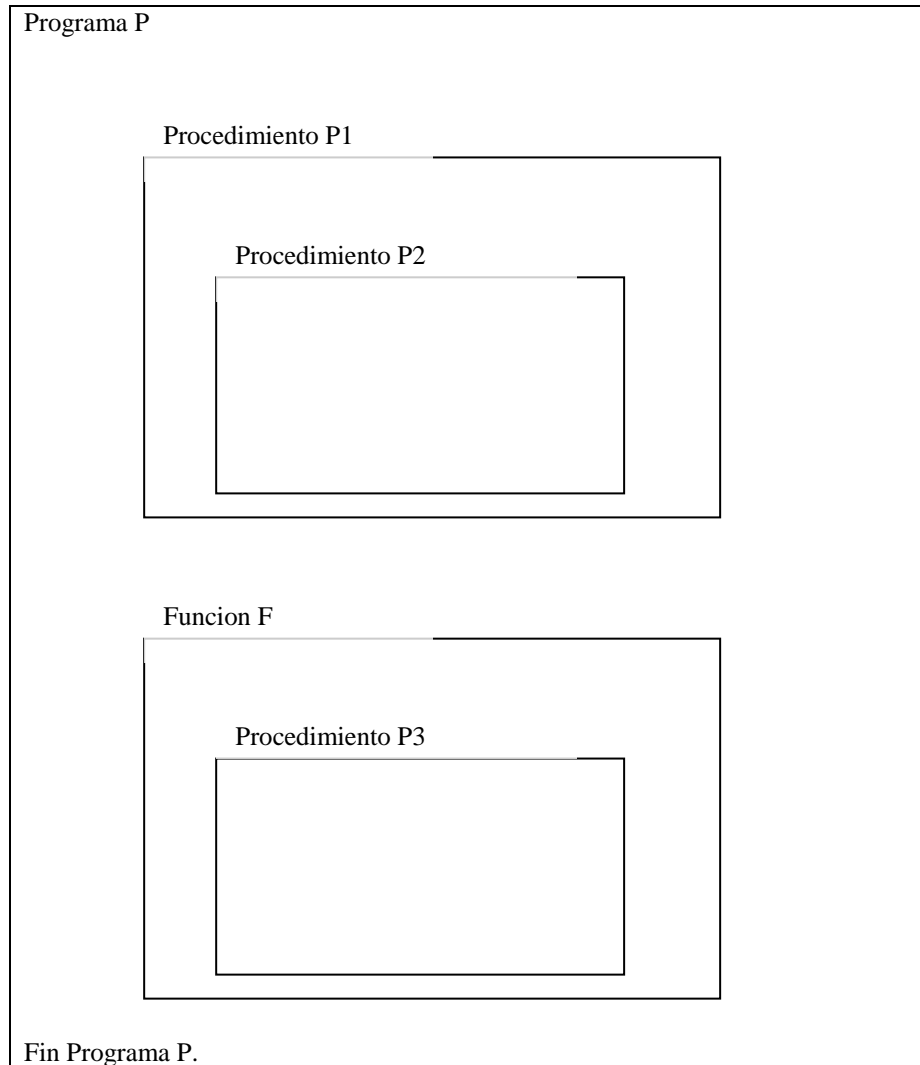


## Apéndice C - Instrumentos Evaluación de CIF

A continuación mostramos el material utilizado en la primera evaluación llevada a cabo el curso académico 2007/2008.

### Pre-test 2007/2008

Dado el siguiente programa:



Marcar una de las tres respuestas que se plantean para cada pregunta (rodear la respuesta correcta con un círculo).

#	Pregunta	Respuestas
1	Se puede llamar al procedimiento P1 desde el cuerpo del procedimiento P2.	a. Sí. b. No. c. Solamente si P2 está declarado dentro de P1.
2	Se puede llamar a la función F desde el cuerpo del procedimiento P3.	a. Sí. b. No. c. Sí, ya que el subprograma contenedor es una función.

APÉNDICE C - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN PARA LA EXPERIMENTACIÓN DE CIF

3	Se puede llamar a F desde el cuerpo del programa.	a. Sí. b. No. c. No, ya que retorna un valor de tipo simple.
4	Se puede llamar a P3 desde el cuerpo de F.	a. Sí, siempre. b. No, nunca. c. No, por ser P3 un procedimiento.
5	Se puede llamar a P2 desde el cuerpo de F.	a. Sí. b. No. c. Si por estar declarado antes.
6	Se puede llamar a P2 desde el cuerpo de P3.	a. No. b. Sí, siempre. c. Si, por ser del mismo nivel de anidamiento.
7	Se puede llamar a P1 desde el cuerpo de P3.	a. No. b. Sí. c. Sí, ya que el procedimiento que llama está declarado antes del utilizado.

Dado el siguiente programa en PASCAL

Número Línea	Programa
1	PROGRAM Ejemplo;
2	VAR
3	x, y, z : integer;
4	
5	PROCEDURE P (z, u : integer; v : integer);
6	
7	PROCEDURE R;
8	VAR a, z : integer;
9	BEGIN {R}
10	a := x;
11	z := a + y;
12	writeln( x, y, z);
13	END; {R}
14	BEGIN {P}
15	IF (z MOD v = u MOD v) THEN
16	Q( z, u)
17	ELSE
18	R
19	writeln( x, y, z);
20	END; {P}
21	
22	PROCEDURE Q (y : integer; z : integer);
23	BEGIN {Q}
24	y := y + 3 ;
25	z := z - 1;
26	R;
27	writeln( x, y, z)
28	END; {Q}
29	BEGIN {Programa principal}
30	x := 5;
31	y :=7;
32	z := 1;
33	P(x, y, 2* z);

APÉNDICE C - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN DE CIF

34	writeln( x, y, z)
35	END. {Programa principal}

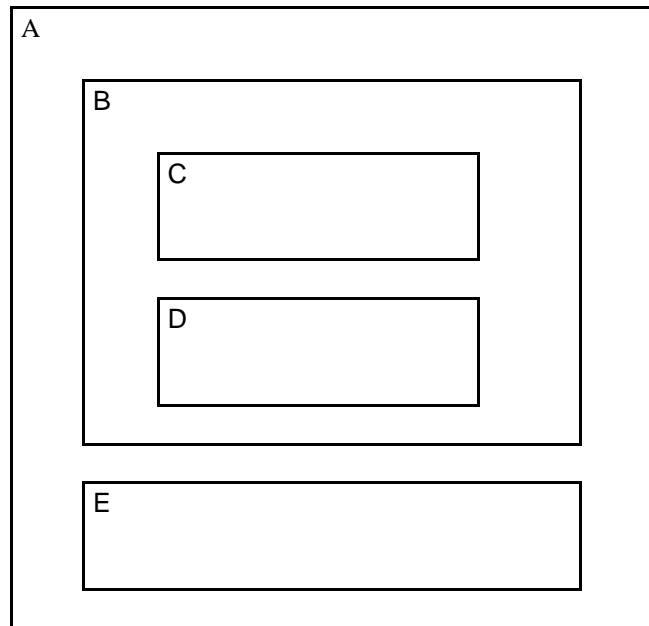
#	Pregunta	Respuestas
8	El comando writeln (x,y,z) del procedimiento Q (línea 27) que valor muestra en la variable x.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 5+3</li> <li>b. 5</li> <li>c. Ninguno de los anteriores</li> </ul>
9	¿El procedimiento R, puede ser invocado desde el procedimiento Q?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cierto</li> <li>b. Falso</li> <li>c. Solo se puede invocar si el procedimiento R es un subprocedimiento de Q.</li> </ul>
10	En el procedimiento R, que valor de la variable z se imprime con el comando writeln (x,y,z) (línea 12)?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 5</li> <li>b. 12</li> <li>c. Ninguno de los anteriores</li> </ul>
11	Se puede imprimir dentro del procedimiento R el valor de la variable global z.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sí.</li> <li>b. No.</li> <li>c. Sí, ya que esta pasada como argumento.</li> </ul>
12	En la instrucción de la línea 9 (z := a + y;)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Modifico el valor de una variable</li> <li>b. Modifico el valor de un parámetro formal</li> <li>c. Modifico el valor de una función</li> </ul>
13	En la instrucción del procedimiento Q de la línea 27 (writeln( x, y, z))	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Se produce un error en tiempo de ejecución por la llamada P(x, y, 2* z);</li> <li>b. Se produce un error en tiempo de compilación ya que el identificador x no existe en Q</li> <li>c. No se producen errores ni de compilación ni de ejecución</li> </ul>
14	Si después de la línea 34 del programa principal (antes de END.) añado la llamada P(8,4,3) ¿Qué salida escribe la instrucción de la línea 10 (writeln( x, y, z) del procedimiento R)?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Se produce un error en tiempo de ejecución ya que no se puede llamar con expresiones constantes</li> <li>b. 5,7,8</li> <li>c. 5,7,12</li> </ul>

Post-test 2007/2008

El programa A incluye los procedimientos B,C,D y E. Las siguientes variables se declaran en las secciones de declaración de variables:

- En programa A: K,L,M,N
- En procedimiento B: K,L,O,P,R
- En procedimiento C: K,P,S
- En procedimiento D: M,R,S,T
- En procedimiento E: N,R

Supongamos que los procedimientos no tienen parámetros.



Marca la respuesta correcta:

#	Pregunta	Respuestas
1	Se asigna a K un valor en A y se invoca el procedimiento B. ¿se conoce el valor de K en B?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Se conoce el valor de K en el procedimiento B.</li> <li>b) El valor de K es desconocido en el procedimiento B.</li> <li>c) Eso daría un error de compilación.</li> </ul>
2	Se asigna a L un valor en B y se invoca al procedimiento D. ¿Está disponible el valor de L en D?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) En este caso está disponible el valor de L en D.</li> <li>b) El valor de L no está disponible en D.</li> <li>c) Para que L esté disponible en D, este debe ser una función necesariamente.</li> </ul>
3	Se ejecutan las siguientes secuencias de pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asigna a L un valor en A.</li> <li>• A invoca a B.</li> <li>• Se asigna un nuevo valor a L en B.</li> <li>• B invoca a C.</li> </ul> ¿Qué valor de L está disponible en C?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) El valor que se le asignó en A.</li> <li>b) El valor que se le asignó en B.</li> <li>c) Al no estar declarado en C no tiene ningún valor.</li> </ul>
4	Se ejecutan las siguientes secuencias de pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A invoca a B.</li> <li>• B invoca a C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) El valor de S sólo es accesible en A</li> <li>b) Sí.</li> <li>c) No.</li> </ul>



## APÉNDICE C - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN DE CIF

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asigna a S un valor C.</li> <li>• El control se transfiere de nuevo a B.</li> <li>• ¿Se conoce el valor de S en D?</li> </ul>	
5	A la variable R se la asigna un valor en E y se transfiere de nuevo el control a A. ¿Está disponible el valor de R en A?	a) El valor de R está disponible en el programa principal y en todos los subprogramas. b) Sí está disponible. c) No está disponible.
6	¿Se puede llamar a C directamente?	a) Desde el programa principal se puede llamar a C directamente. b) Si hago una llamada a C desde el programa principal se produce un error. c) A C no se le puede llamar desde ningún sitio.
7	Señala la afirmación correcta	a) Puede D llamar a C. b) Puede B llamar a E. c) Puede C llamar a B.

Sea el siguiente programa:

```

program Demo_test;
1  var
2      z, x,y:integer;
3
4  procedure Test (VAR x: integer; y : integer);
5  begin {Test}
6      x:= z*y;
7      y:= z+y;
8
9  end;
10
11 begin {Demo_test}
12     x:=1;
13     y:=2;
14     z:= 3;
15     Test (y,x);
16     writeln(z, x, y);
17 end. {Demo_test}
  
```

Con el apoyo de los números de línea contestar a las siguientes preguntas:

#	Pregunta	Respuestas
8	Qué salida proporcionará este programa	a) 3,1,3 b) 3,4,3 c) 6,4,3
9	Si introducimos en la línea 8 el siguiente código: z:=x+y; Que error estamos cometiendo.	a) Modificando una variable x que esta pasada por referencia. b) Dará un error de compilación. c) Estamos cometiendo un efecto lateral.
10	Si modificamos la línea de código 4, y la sustituimos por <b>procedure Test (VAR x,y:integer);</b> Que imprimirá ahora nuestro programa.	a) 3,1,6 b) 3,1,3 c) 3,4,3

## Material Colaborativo Desarrollado Conforme a CIF para el Experimento 2007/2008

Actividad de enseñanza-aprendizaje realizada conforme al marco instruccional CIF y utilizada en el primer experimento, donde se compara CIF vs. aprendizaje individual (ver Figura 20).



### Ejercicio Colaborativo 1 (DC\_1)

<b>Titulación y Grupo</b>		
<b>Número de expediente</b>	Participante1:	Participante2:
	Participante3:	Participante4:
	Participante5:	Participante6:

Consideremos el siguiente fragmento de código:

Num línea	
	<b>PROGRAM</b> Prog1 (input,output);
	var
1	a,b:char;
2	c:integer;
3	
4	<b>PROCEDURE</b> P1( var x:integer);
5	var
6	b,d :integer;
7	<b>PROCEDURE</b> P2 (r :integer);
	var
8	a,i :integer;
	<b>begin</b>
	< cuerpo P2>
	<b>end;</b> {procedimiento P2}
	<b>begin</b>
9	< cuerpo programa >
	<b>end.</b>

## APÉNDICE C - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN DE CIF

- Definición: "**Vigencia** de un identificador " son los bloques del programa en los que el objeto existe (es decir, tiene memoria asignada).
- Definición: "**Ámbito** de un identificador" los bloques del programa en los que se puede acceder a un objeto (variable o subprograma). Que una variable tenga ámbito implica que se pueda utilizar.

Se pide:

De forma colaborativa con los miembros de tu grupo, discute sobre el concepto "vigencia y ámbito de identificadores". Para ellos rellena la tabla adjunta, especificando en cada uno de los subprogramas qué identificadores tienen ámbito además de vigencia en ellos.

El resultado de esta discusión ha de ser una tabla rellena en la que todos los miembros del grupo estén de acuerdo.

Programa/Subprograma	Identificadores conocidos (tiene vigencia y ámbito) (variables, procedimientos y funciones)
Prog1	
P1	
F1	
P2	

Preguntas para reflexionar (no hace falta contestarlas por escrito):

- Supongamos que existen dos variables con el mismo nombre, una en el programa principal y otra en un subprograma ¿cómo es posible que dos variables se llamen igual? Mira la variable  $a$  (línea 6) declarada en F1 y la variable  $a$  (línea 1) declarada en Prog1.
- En el cuerpo del procedimiento P1 ¿se puede utilizar una variable declarada en F1? ¿y viceversa?

Las siguiente tabla muestra posibles llamadas a realizar en el "cuerpo programa" a los procedimientos P1 y P2 ¿Cuales son las correctas? De común acuerdo con tus compañeros de grupo selecciona las opciones correctas.

P1(5);	P1(a);	P1(c);
P2(8);	P2(c);	P2(a);

APÉNDICE C - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN PARA LA EXPERIMENTACIÓN DE CIF

Valora como verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

<b>Afirmación</b>	<b>Valoración</b>
Los procedimientos y las funciones se invocan de igual forma.	
Los procedimientos no pueden devolver valores al programa que les invoca.	
Una función solo puede devolver un valor de un tipo de dato simple.	
na función puede devolver más de un valor todos ellos de datos simples.	
Si quiero devolver más de un valor, en vez de utilizar una función utilizaré un procedimiento.	
Todo lo que se puede hacer con un procedimiento se puede hacer con una función.	

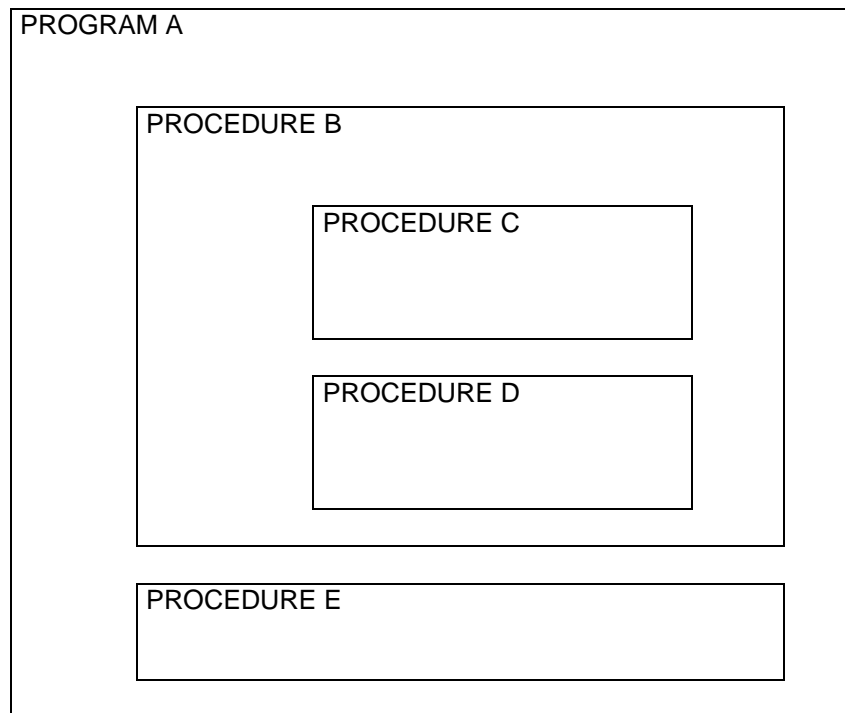
## Apéndice D - Instrumentos Evaluación de CIF y MoCAS v1

### Pre-test 2010/2011

El programa A incluye los procedimientos B,C,D y E. Las siguientes variables se declaran en las secciones de declaración de variables del programa principal y de cada uno de los subprogramas:

Variables en programa A:  $k,l,m,n$   
 Variables en procedimiento B:  $k,l,o,p,r$   
 Variables en procedimiento C:  $k,p,s$   
 Variables en procedimiento D:  $m,r,s,t$   
 Variables en procedimiento E:  $n,r$

Supongamos que los procedimientos no tienen parámetros.



Marca la respuesta correcta:

#	Pregunta	Respuestas
1	Se asigna a la variable $k$ un valor en el programa A y se invoca el procedimiento B. ¿se conoce el valor de $k$ en B?	a) Se conoce el valor de $k$ en el procedimiento B b) El valor de $k$ es desconocido en el procedimiento B c) Eso daría un error de compilación

## APÉNDICE D - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V1

2	Se ejecutan las siguientes secuencias de pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asigna a <i>l</i> un valor en A.</li> <li>• A invoca a B.</li> <li>• Se asigna un nuevo valor a <i>l</i> en B.</li> <li>• B invoca a C.</li> </ul> ¿Qué valor de <i>l</i> está disponible en C?	a) El valor que se le asignó en A b) El valor que se le asignó en B c) Al no estar declarado en C no tiene ningún valor
3	A la variable <i>r</i> se la asigna un valor en E y se transfiere de nuevo el control a A. ¿Está disponible el valor de <i>r</i> en A?	a) El valor de <i>r</i> está disponible en el programa principal y en todos los subprogramas b) Sí está disponible c) No está disponible

Sea el siguiente programa:

```

1 PROGRAM Prog2 (input,output);
2 VAR
3   x,y,z :integer;
4   PROCEDURE P1;
5     var
6       x,y: integer;
7     BEGIN { Inicio P1 }
8       x:= z*y;
9       y:= z+y;
10    END; { Fin P1 }
11   BEGIN {Inicio Prog2}
12     x:=1;
13     y:=2;
14     z:= 3;
15     P1;
16     writeln(z, x, y);
17   END. {Fin Prog2}
```

Con el apoyo de los números de línea contestar a las siguientes preguntas:

#	Pregunta	Respuestas
4	Qué salida proporcionará este programa, es decir, que imprime writeln(z,x,y) de la línea 16.	a) 3,1,2 b) 3,4,3 c) 6,4,3

Dada la siguiente estructura de programa:

```

1 PROGRAM Prog3 (input,output);
2 VAR
3   a,b,c:integer;
4   PROCEDURE P1;
5     VAR
6       a,b,d,e:integer;
7       f:char;
8     PROCEDURE P2;
9       VAR
10        g,a,e,f,c:integer;
11      BEGIN {Inicio P2}
12        c:=55;
13        e:=5;
14        writeln(a);
15        writeln(f)
```

APÉNDICE D - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V1

```

16      END; {Fin P2}
17      BEGIN {Inicio P1}
18      P2;
19      a:=5;
20      f:='a';
21      Writeln(c)
22      END; {Fin P1}
23      FUNCTION F1;
24      VAR
25      a,e,f:integer;
26      b,d:char;
27      PROCEDURES P3;
28      VAR
29      e:char;
30      BEGIN {Inicio P3}
31      b:=8;
32      Writeln(e)
33      END; {Fin P3}
34      BEGIN {Inicio F1}
35      P3;
36      a:=15;
37      e:=10
38      END; {Fin F1}
39      BEGIN {Inicio Ejemplo3}
40      a:=1
41      b:=2;
42      c:=3;
43      P1;
44      F1;
45      Writeln(a);
46      Writeln(b);
47      e:=4;
78      END. {Fin Prog3}
    
```

Marcar en la hoja de respuestas la opción válida:

#	Pregunta	Respuestas
5	En la línea 45 de código, que valor muestra writeln(a).	a. Muestra un 15. b. Muestra un 1. c. Muestra un 5.
6	En la línea 14 de código, que valor muestra writeln(e).	a. Muestra un 5. b. Muestra el valor de inicialización de la variable a en el procedimiento P2. c. No puede imprimirse ya que hay conflicto entre la variable a de P2 y la variable a de P1.
7	En línea 47 se produce una asignación. ¿Qué se puede decir de dicha asignación?	a. Produce un error en tiempo de ejecución. b. Produce un error en tiempo de compilación. c. Es correcta.
8	En la línea 15 la instrucción writeln(f) muestra:	a. 0, ya que en el procedimiento P2 no se le ha asignado valor. b. 'a' ya que se le ha asignado dicho valor en el procedimiento P1. c. No se puede imprimir, ya que en P1 está declarada de diferente tipo a P2.
9	La instrucción writeln(c) de la línea 21, muestra:	a. 55. b. 3. c. Da error en tiempo de compilación ya que c no está declarada ni en P1 ni en P2.

APÉNDICE D - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V1

10	La instrucción de asignación de la línea 20 es:	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Es correcta.</li> <li>b. Produce un error ya que f ha de ser del mismo tipo en P1 y en P2.</li> <li>c. Ninguna de las anteriores..</li> </ul>
----	---	---

Dado el siguiente programa en PASCAL

1	<b>PROGRAM</b> Prog4;
2	<b>VAR</b>
3	x, y, z : integer;
4	<b>PROCEDURE</b> P (z, u : integer; v : integer);
5	<b>PROCEDURE</b> R;
6	<b>VAR</b> a, z : integer;
7	<b>BEGIN</b> {R}
8	a := x;
9	z := a + y;
10	writeln( x, y, z);
11	<b>END;</b> {R}
12	<b>BEGIN</b> {P}
13	<b>IF</b> (z MOD v = u MOD v) <b>THEN</b>
14	Q( z, u)
15	<b>ELSE</b>
16	R
17	writeln( x, y, z);
18	<b>END;</b> {P}
19	<b>PROCEDURE</b> Q (y : integer; z : integer);
20	<b>BEGIN</b> {Q}
21	y := y + 3 ;
22	z := z - 1;
23	R;
24	writeln( x, y, z)
25	<b>END;</b> {Q}
26	<b>BEGIN</b> {Inicio Prog4}
27	x := 5;
28	y :=7;
29	z := 1*2;
30	P(x, y, z);
31	writeln( x, y, z)
32	<b>END.</b> {Fin Prog4}

Marcar una de las tres respuestas que se plantean para cada pregunta (rodear la respuesta correcta con un círculo).

#	Pregunta	Respuestas
11	Se puede imprimir dentro del procedimiento R el valor de la variable global z (declarada en la línea 3).	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Si.</li> <li>b. No.</li> <li>c. Si, ya que esta pasada como argumento.</li> </ul>



12. Dado el siguiente programa., ¿qué identificadores serían accesibles desde cada uno de los 3 bloques existentes?:

```

PROGRAM ambitos(input,output);
VAR
  i, j:integer;
PROCEDURE uno;
VAR
  i, k:integer;
  PROCEDURE dos;
  VAR
    j:real;
  BEGIN {dos}
    .....
  END {dos}
BEGIN {uno}
  .....

END; {uno}

BEGIN {Programa principal}
  .....
END. {Programa principal}
    
```

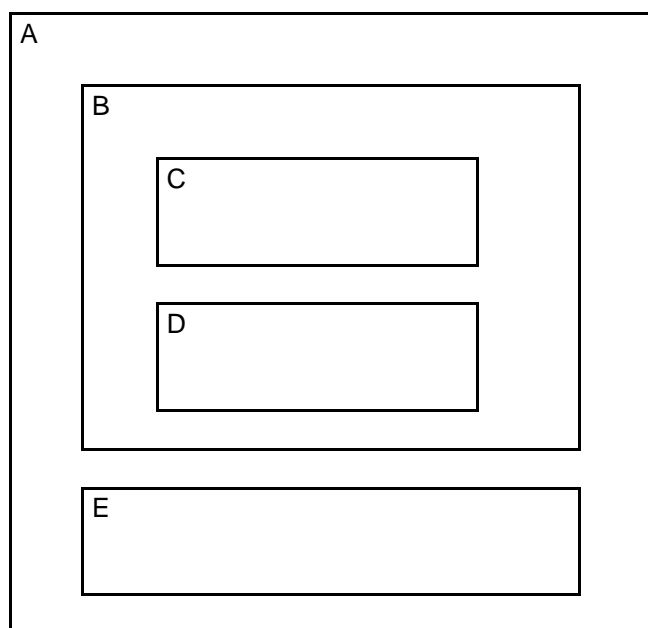
- (a) En el programa principal son accesibles las variables globales i,j. En el bloque uno son accesibles las variables globales i,j y las variables locales i, k. En el bloque dos son accesibles las variables globales i,j, la variable no-local k y la variable local j;
- (b) En el programa principal son accesibles las variables globales i,j. En el bloque uno son accesibles la variable global j y las variables locales i, k. En el bloque dos son accesibles las variables no-locales i, k y la variable local j;
- (c) En el programa principal son accesibles las variables globales i,j. En el bloque uno son accesibles las variables globales i,j y la variable local k. En el bloque dos son accesibles la variable global i, la variable no-local k y la variable local j;

## Post-test 2010/2011

El programa A incluye los procedimientos B,C,D y E. Las siguientes variables se declaran en las secciones de declaración de variables:

En programa A: K,L,M,N  
 En procedimiento B: K,L,O,P,R  
 En procedimiento C: K,P,S  
 En procedimiento D: M,R,S,T  
 En procedimiento E: N,R

Supongamos que los procedimientos no tienen parámetros.



Marca la respuesta correcta:

#	Pregunta	Respuestas
1	Se asigna a K un valor en A y se invoca el procedimiento B. ¿se conoce el valor de K en B?	a) Se conoce el valor de K en el procedimiento B. b) El valor de K es desconocido en el procedimiento B. c) Eso daría un error de compilación.
2	Se asigna a L un valor en B y se invoca al procedimiento D. ¿Está disponible el valor de L en D?	a) En este caso está disponible el valor de L en D. b) El valor de L no está disponible en D. c) Para que L esté disponible en D, este debe ser una función necesariamente.
3	Se ejecutan las siguientes secuencias de pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asigna a L un valor en A.</li> <li>• A invoca a B.</li> <li>• Se asigna un nuevo valor a L en B.</li> <li>• B invoca a C.</li> </ul> ¿Qué valor de L está disponible en C?	a) El valor que se le asignó en A. b) El valor que se le asignó en B. c) Al no estar declarado en C no tiene ningún valor.

APÉNDICE D - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V1

4	Se ejecutan las siguientes secuencias de pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• A invoca a B.</li> <li>• B invoca a C.</li> <li>• Se asigna a S un valor C.</li> <li>• El control se transfiere de nuevo a B.</li> <li>• ¿Se conoce el valor de S en D?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) El valor de S sólo es accesible en A.</li> <li>b) Sí.</li> <li>c) No.</li> </ul>
5	A la variable R se la asigna un valor en E y se transfiere de nuevo el control a A. ¿Está disponible el valor de R en A?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) El valor de R está disponible en el programa principal y en todos los subprogramas.</li> <li>b) Sí está disponible.</li> <li>c) No está disponible.</li> </ul>
6	¿Se puede llamar a C directamente?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Desde el programa principal se puede llamar a C directamente.</li> <li>b) Si hago una llamada a C desde el programa principal se produce un error.</li> <li>c) A C no se le puede llamar desde ningún sitio.</li> </ul>
7	Señala la afirmación correcta	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Puede D llamar a C.</li> <li>b) Puede B llamar a E.</li> <li>c) Puede C llamar a B.</li> </ul>

Sea el siguiente programa:

```

program Demo_test;
1 var
2     z, x,y:integer;
3
4 procedure Test (VAR x: integer; y : integer);
5 begin {Test}
6     x:= z*y;
7     y:= z+y;
8
9 end;
10
11 begin {Demo_test}
12     x:=1;
13     y:=2;
14     z:= 3;
15     Test (y,x);
16     writeln(z, x, y);
17 end. {Demo_test}
    
```

Con el apoyo de los números de línea contestar a las siguientes preguntas:

#	Pregunta	Respuestas
8	Qué salida proporcionará este programa	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 3,1,3</li> <li>b) 3,4,3</li> <li>c) 6,4,3</li> </ul>
9	Si introducimos en la línea 8 el siguiente código: z:=x+y; Que error estamos cometiendo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Modificando una variable x que esta pasada por referencia.</li> <li>b) Dará un error de compilación.</li> <li>c) Estamos cometiendo un efecto lateral.</li> </ul>
10	Si modificamos la línea de código 4, y la sustituimos por <b>procedure Test (VAR x,y:integer);</b> Que imprimirá ahora nuestro programa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 3,1,6</li> <li>b) 3,1,3</li> <li>c) 3,4,3</li> </ul>

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta con respecto al siguiente código?:

```
PROGRAM Prog6;  
VAR  
    numero: integer;  
    letra: char;  
  
    FUNCTION Calcula :boolean;  
    VAR  
        letra: char;  
    BEGIN {inicio Calcula}  
        ...  
    END; {fin Calcula}  
  
    PROCEDURE Aumentar( n,m: integer);  
    BEGIN {inicio Aumentar}  
        ...  
    END; {fin Aumentar}  
  
    BEGIN {inicio Prog6l}  
    ...  
    END. { fin Prog6l }
```

- a) La variable global letra puede ser utilizada en cualquier subprograma, ya que no influye que haya una variable local en un bloque interior que también tenga el mismo identificador.
- b) La vigencia y el ámbito de todas las variables que aparecen en el código coinciden.
- c) La variable numero tiene vigencia y ámbito dentro del procedimiento Aumentar y de la función Calcula, por lo que puede ser usada.

## Material Colaborativo Desarrollado Conforme a CIF para el Experimento 2010/2011

En el segundo experimento, se ha utilizado la misma ficha DC1 para el aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores mostrada en el apéndice C. Se utilizó en la Etapa 3, grupo experimental (colaborativo CIF), mostrado en la Figura 21.

## Apéndice E - Instrumentos Evaluación de CIF y MoCAS v3

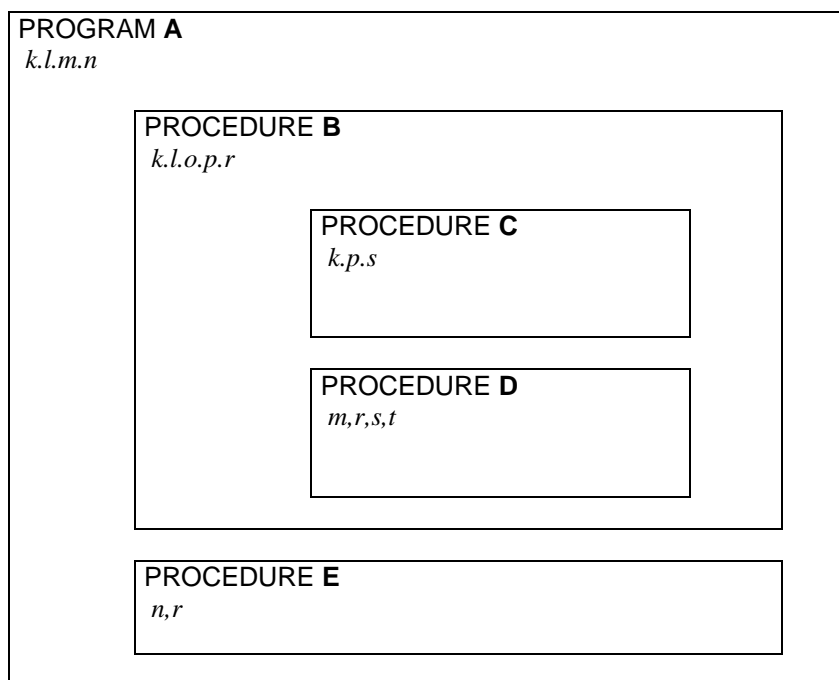
En el presente apéndice se muestran los materiales utilizados para la realización de las pruebas objetivas pre-test y post-test así como el material utilizado para el aprendizaje colaborativo con el marco instruccional CIF.

### Pre-test 2011/2012

El objetivo de este test es medir los conocimientos iniciales que se tienen acerca de sub-programación dentro de un marco de evaluación de metodologías docentes innovadoras. Por favor, ¡¡¡presta atención!!!

El programa A incluye los procedimientos B,C,D y E. Las variables que se declaran en la sección variables del programa principal y subprogramas son las siguientes:

Supongamos que los procedimientos no tienen parámetros. El programa A con sus correspondientes variables ubicadas correctamente se muestra en la siguiente figura.



Marca la respuesta correcta:

Número de pregunta	Pregunta	Respuestas
1	Se asigna a la variable $k$ un valor en el programa A y se invoca el procedimiento B. ¿se conoce el valor de $k$ en B?	a) El valor de $k$ asignado en el programa A, si es conocido en el procedimiento B. b) El valor de $k$ asignado en el programa A, no es conocido en el procedimiento B. c) Eso daría un error de compilación

## APÉNDICE E - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V3

<b>2</b>	<p>Se ejecutan las siguientes secuencias de pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se asigna a <i>l</i> un valor en A.</li> <li>• A invoca a B.</li> <li>• Se asigna un nuevo valor a <i>l</i> en B.</li> <li>• B invoca a C.</li> </ul> <p>¿Qué valor de la variable <i>l</i> está disponible en C?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) El valor que se le asignó en A</li> <li>b) El valor que se le asignó en B</li> <li>c) Al no estar <i>l</i> declarado en C no tiene ningún valor</li> </ul>
<b>3</b>	<p>A la variable <i>r</i> se la asigna un valor en E y se transfiere de nuevo el control a A.</p> <p>¿Está disponible el valor de <i>r</i> en A?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) El valor de <i>r</i> está disponible en el programa principal y en todos los subprogramas</li> <li>b) Sí está disponible</li> <li>c) No está disponible</li> </ul>
<b>4</b>	<p>A la variable <i>s</i> se le asigna un valor en D.</p> <p>¿Dónde está disponible el valor de la variable <i>s</i>?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Solamente en el subprograma D.</li> <li>b) En todos los programa subprogramas salvo en C.</li> <li>c) En los subprogramas A y B.</li> </ul>

Sea el siguiente programa:

```

1 PROGRAM Prog2 (input,output);
2 VAR
3   x,y,z :integer;
4   PROCEDURE P1(VAR x:integer; y:integer);
5   BEGIN { Inicio P1 }
6     x:= z*y;
7     y:= z+y;
8   END; { Fin P1 }
9 BEGIN {Inicio Prog2}
10  x:=1;
11  y:=2;
12  z:= 3;
13  P1(x,y);
14  writeln(x,y,z);
15 END. {Fin Prog2}

```

Con el apoyo de los números de línea contestar a las siguientes preguntas:

Número de pregunta	Pregunta	Respuestas
<b>5</b>	<p>En la línea 4 se encuentra declarado el siguiente procedimiento: PROCEDURE P1 (VAR x:integer;y:integer);</p> <p>¿Cuál de las afirmaciones propuestas es correcta?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) La asignación de la línea 6 utiliza únicamente las variables globales declaradas en la línea 3.</li> <li>b) La asignación de la línea 6 no modifican el valor de la variable <i>x</i> declarada en la línea 3, ya que existe un parámetro del procedimiento P1 con nombre <i>x</i>.</li> <li>c) La asignación de la línea 6 si modifica el valor de la variable global <i>x</i> declarada en la línea 3.</li> </ul>

APÉNDICE E - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V3

<b>6</b>	¿Qué salida proporcionará este programa, es decir, qué imprime writeln(x,y,z) de la línea 14?.	a) 1,2,3 b) 6,2,3 c) 6,5,3
<b>7</b>	Si la línea 4 de código se cambia por la siguiente:  PROCEDURE P1 (VAR x:integer;VAR y:integer);  ¿Qué salida proporcionará ahora el programa, es decir, que imprime writeln(x,y,z) de la línea 14?	a) 6,5,3 b) 1,2,3 c) 6,2,3

-----

8. Dada la siguiente declaración de variables y cabecera de procedimiento, ¿cuál de las siguientes llamadas es correcta desde el programa principal?:

```

CONST
  MAXIMO=100;
  NEUTRO='1';
VAR
  x,y,z: real;
  m,n: integer;
  e:char;

PROCEDURE Examen (var a,b : integer; c: char; var d:real);
    
```

- a) Examen (m,n,NEUTRO,x);
- b) Examen (n,m,e,8.8);
- c) Examen(n,m,e);

9. Se desea escribir un subprograma que reciba dos enteros como parámetros, lea un entero por teclado, y devuelva un entero. La cabecera del subprograma debe ser:

- a) FUNCTION mi\_subprograma (x,y: integer; VAR z: integer): integer;
- b) PROCEDURE mi\_subprograma (x,y: integer; VAR z: integer);
- c) FUNCTION mi\_subprograma (a,b: integer): integer;

10. Dado el siguiente programa, ¿qué identificadores serían accesibles desde cada uno de los 3 bloques existentes?:

```

PROGRAM ambitos (input,output);
VAR
  i, j:integer;
PROCEDURE uno;
VAR
  i, k:integer;
PROCEDURE dos;
VAR
  j:real;
BEGIN {dos}
  ....
END {dos}
BEGIN {uno}
  ....
    
```

```

END; {uno}

BEGIN {Programa principal}
.....
END. {Programa principal}
    
```

- En el programa principal son accesibles las variables globales  $i, j$ . En el bloque **uno** son accesibles las variables globales  $i, j$  y las variables locales  $i, k$ . En el bloque **dos** son accesibles las variables globales  $i, j$ , la variable no-local  $k$  y la variable local  $j$ ;
- En el programa principal son accesibles las variables globales  $i, j$ . En el bloque **uno** son accesibles la variable global  $j$  y las variables locales  $i, k$ . En el bloque **dos** son accesibles las variables no-locales  $i, k$  y la variable local  $j$ ;
- En el programa principal son accesibles las variables globales  $i, j$ . En el bloque **uno** son accesibles las variables globales  $i, j$  y la variable local  $k$ . En el bloque **dos** son accesibles la variable global  $i$ , la variable no-local  $k$  y la variable local  $j$ ;

11. Determina qué salida por pantalla producirá el siguiente programa:

```

...
VAR a,b:integer;
PROCEDURE p(p1:integer; VAR p2:integer);
BEGIN
    p1 := p1 - 1;
    p2 := p2 + 1
END;
BEGIN
    a := 1;
    b := 3;
    p(b,a);
    write('a=',a,' ','b=',b)
END.
    
```

- a=2 b=2
- a=2 b=3
- a=1 b=2

12. Dada la siguiente declaración de variables y la cabecera del procedimiento P1, la llamada correcta es:

```

....
CONST
    MAX=100;
VAR
    a, b, c:integer;
    e:real;
    f:char;
PROCEDURE P1 (VAR x:integer; y:real; VAR z:char);
....
    
```

- writeln(P1 (b,a,,f))
- P1 (a,e,'f')
- P1 (a,,e,f)



13. Dada la siguiente declaración de variables y la cabecera de la función F1, la llamada correcta es:

```

CONST
  MAX=100;
VAR
  a, b, c:integer;
  e:real;
FUNCTION F1 (x:integer; VAR z:char):integer;
    
```

- a) writeln(F1(a,'f'));
- b) F1(a,f);
- c) c:=F1(a,f);

### Post-test 2011/2012

El objetivo de este test es medir los conocimientos finales que se han adquirido tras la actividad realizada. Por favor, **¡¡¡presta atención!!!**.

Sea el siguiente programa:

```

1 PROGRAM Prog1 (input,output);
2 VAR
3   x,y,z :integer;
4   PROCEDURE P(x:integer; VAR y:integer);
5     var
6       z: integer;
7     BEGIN { Inicio P}
8       x:= z*y;
9       y:= z+y+2;
10    END; { Fin P}
11  BEGIN {Inicio Prog1}
12    x:=1;
13    y:=2;
14    z:= 3;
15    P1(y,z);
16    writeln(x,y,z);
17  END. {Fin Prog1}
    
```

Con el apoyo de los números de línea contestar a las siguientes preguntas:

Número de pregunta	Pregunta	Respuestas
1	¿Es posible visualizar en el cuerpo del procedimiento P en valor de la variable global z?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sí, ya que tiene ámbito en todo el programa.</li> <li>b) No, ya que existe una variable que limita su ámbito.</li> <li>c) Sí, siempre se puede visualizar una variable global.</li> </ul>
2	¿Qué valores imprime la sentencia writeln(x,y,z) de la línea 16?	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) 1,2,3</li> <li>b) 1,0,5</li> <li>c) 1,2,5</li> </ul>

APÉNDICE E - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V3

3	<p>Si cambiamos la línea 4 del código por la siguiente línea:</p> <pre>PROCEDURE P(VAR x,y:integer);</pre> <p>¿Tiene efectos sobre los valores que la línea 16 muestra por pantalla?</p>	<p>a) No, ya que el orden de los argumento de la llamada (línea 15) no varían.</p> <p>b) Sí, ya que los argumentos por referencia cambian el valor de la variable que ocupan la posición de dicho argumento en la llamada al procedimiento.</p> <p>c) Sí, ya que los argumentos por referencia cambian el valor de las variables y constantes que ocupan la posición del argumento en la llamada al procedimiento</p>
---	--	---

El programa P2 incluye los procedimientos A,B,C y D con sus correspondientes variables.

Supongamos que los procedimientos no tienen parámetros.

```
PROGRAM P2;
Var k,l,m,n :integer;

PROCEDURE A;
Var k,l,o,p,r :integer;

    PROCEDURE B;
    Var k,p,s:integer;

    PROCEDURE C;
    Var m,r,s,t :integer;

PROCEDURE D;
Var n,r :integer;
```

Marca la respuesta correcta:

Número de pregunta	Pregunta	Respuestas
4	<p>Se asigna a l un valor en A y se invoca al procedimiento C.</p> <p>¿Está disponible el valor de l en C?</p>	<p>a) En este caso está disponible el valor de l en C</p> <p>b) El valor de l no está disponible en C</p> <p>c) Para que l esté disponible en C, este debe ser una función necesariamente</p>

## APÉNDICE E - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V3

5	<p>Se ejecutan las siguientes secuencias de pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P2 invoca a A</li> <li>• A invoca a B.</li> <li>• Se asigna a s un valor B.</li> <li>• El control se transfiere de nuevo a A.</li> </ul> <p>¿Se conoce el valor de s en C?</p>	<p>a) El valor de s sólo es accesible en P3  b) Sí, ya que s está declarada también en C.  c) No, ya que la variable s asignada en B es una variable local de B.</p>
6	<p>A la variable k se le asigna un valor en B. ¿Está disponible el nuevo valor de k en C?</p>	<p>a) El valor de k está disponible una vez inicializada en todos los subprogramas.  b) Sí está disponible, al estar B y C contenidos en el mismo subprograma.  c) No está disponible.</p>

Dado el siguiente programa, indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

```

1  PROGRAM Programa;
2
3      CONST k=2,718;
4      VAR x,y:real;
5
6      PROCEDURE A (VAR x:real);{externo}
7
8          var m,n: integer;
9
10         PRODECURE B (w:real); {interno}
11
12         var p,q: integer;
13         BEGIN
14             ...
15             ...
16         END;
17
18     BEGIN {externo}
19
20         ..
21         ..
22         ..
23     END; {externo}
24
25     PROCEDURE C (Letra:char );
26         const IVA=12;
27     BEGIN
28         ..
29         ..
30     END;
31
32 BEGIN
33 ..
34 ..
35 END.

```

Número de pregunta	Pregunta	Respuestas
7	Respecto a la variable global x (línea 4) ¿Qué afirmación es correcta?	a) Tiene ámbito en el cuerpo tanto del procedimiento A como del procedimiento C. b) Tiene ámbito únicamente en el cuerpo del procedimiento A, pero no en los procedimientos B y C. c) Tiene ámbito en el cuerpo del procedimiento C.
8	Respecto a la variable x declarada como parámetro del procedimiento A (línea 6) ¿Qué afirmación es correcta?	a) Tiene ámbito en el procedimiento A y dentro del procedimiento B. b) Tiene ámbito en el procedimiento A, pero no en el procedimiento B. c) Al estar declarada como parámetro por referencia tiene ámbito en todo el programa.

9. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta con respecto al siguiente código?:

```

PROGRAM Prog9;
VAR
    numero: integer;
    letra: char;

    FUNCTION Calcula :boolean;
    VAR
        letra: char;
    BEGIN {inicio Calcula}
        ...
    END; {fin Calcula}

    PROCEDURE Aumentar( n,m: integer);
    BEGIN {inicio Aumentar}
        ...
    END; {fin Aumentar}

BEGIN {inicio Prog9}
    ...
END. { fin Prog9 }
    
```

- a) La variable global *letra* puede ser utilizada en cualquier subprograma, ya que no influye que haya una variable local en un bloque interior que también tenga el mismo identificador.
- b) La vigencia y el ámbito de todas las variables que aparecen en el código coinciden.
- c) La variable *número* tiene vigencia y ámbito dentro del procedimiento Aumentar y de la función Calcula, por lo que puede ser usada, aunque no un efecto lateral.

10. Sobre el siguiente código, cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

```

procedure p(x,y: integer);
var z: integer;

    function f(var a: integer) : integer;
    var b: integer;
    begin
        ... (* sentencias de f *)
    end;

begin
    ... (* sentencias de p *)

end;
    
```

- a) Los parámetros  $x$ ,  $y$  además de la variable  $z$  son identificadores que pueden ser utilizados en las sentencias de  $p$  y en las sentencias de  $f$ .
- b) Es posible hacer referencia a  $x$  e  $y$  así como a  $z$  en las sentencias de  $p$ , pero no dentro del cuerpo de la función  $f$ .
- c) Ninguna de las opciones anteriores es cierta.

11. Deseamos implementar un subprograma que reciba un número entero  $a$ , pida por teclado otro número entero hasta que el introducido sea mayor o igual a  $a$ , y devuelva la diferencia entre los dos. La cabecera más apropiada es:

- a) PROCEDURE subprograma(n: integer, VAR d:integer);
- b) FUNCTION subprograma(n,x: integer): integer;
- c) FUNCTION subprograma(x: integer): integer;

12. Dada la siguiente declaración de variables y la cabecera del procedimiento P1, la llamada correcta es:

```

CONST
    MAX=100;
    MIN=5.6;
VAR
    a, b, c:integer;
    e:real;
    f:char;
PROCEDURE P1 (VAR x,y:integer; r:real; VAR l:char);
    
```

- a) writeln(P1 (b,a,MIN,f))
- b) P1 (MAX,a,e,'f')
- c) P1 (a,b,e,f)

13. Dada la siguiente declaración de variables y la cabecera de la función F1, la llamada correcta es:

```
VAR
  a, b, c:integer;
  e:char;
FUNCTION F1 (VAR z:char; x:integer):integer;
```

- a) F1(e,a);
- b) writeln(F1(e,a));
- c) c:=F1('e',a);

## Material Colaborativo Desarrollado Conforme a CIF para el Experimento 2011/2012

El tercer y último experimento de esta memoria utiliza la ficha DC1 para el aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores mostrada en el apéndice C. Este material se emplea en el grupo experimental E3-CIF (aprendizaje colaborativo guiado por CIF) y mostrado en la Figura 23.

## Escala de Motivación Situacional EMSI

### **Cuestionario de motivación sobre la actividad realizada en clase**

Cuestionario de motivación sobre la actividad realizada (Proyecto de Innovación Docente URJC)

Este cuestionario es para evaluar el grado en que te ha motivado la actividad o tarea que has hecho en clase. La nota NO depende en ningún caso de tus respuestas en este cuestionario. Este cuestionario se trata de forma totalmente anónima. El cuestionario consiste en contestar a la pregunta: **Por qué crees que debes realizar la actividad o tarea que has desarrollado en clase anteriormente?**

Te proporcionamos 14 afirmaciones como respuesta a esta pregunta y tú debes valorar el grado en el que estás de acuerdo con cada una de ellas con la escala que va del 1 al 7:

**1** (no se corresponde en absoluto con lo que pienso)

...

**4** (se corresponde al 50% con lo que pienso)

...

**7** (se corresponde exactamente con lo que pienso)

Por favor, es imprescindible que contestes a todas la afirmaciones y sé sincero/a en tus valoraciones, de lo contrario este cuestionario no servirá para nada. Gracias por tu colaboración.

## APÉNDICE E - INSTRUMENTOS EVALUACIÓN CIF Y MOCAS V3

¿Por qué crees que debías realizar la actividad o tarea que has desarrollado en clase anteriormente?

1. Porque creo que esta actividad es interesante
2. Por mi propio bien
3. Porque se supone que debo hacerlo
4. Puede que haya buenas razones para realizar esta actividad, pero yo no veo ninguna
5. Porque disfruto con esta actividad
6. Porque creo que esta actividad es buena para mí
7. Porque es algo que tengo que hacer
8. Realizo esta actividad, pero no estoy seguro de si vale la pena
9. Porque esta actividad es divertida
10. No lo sé, no veo qué me aporta esta actividad
11. Porque me siento bien realizando esta actividad
12. Porque creo que esta actividad es importante para mí
13. Porque creo que tengo que hacerlo
14. Hago esta actividad, pero no estoy seguro de que sea conveniente continuar con ella



## Bibliografía.

- Adam, J. M. (2000). *La argumentación publicitaria: retórica del elogio y de la persuasión*. Madrid: Cátedra.
- Adams, D., & Hamm, M. (1996). *Cooperative Learning: Critical Thinking and Collaboration Across the Curriculum*: Second edition, Charles C. Thomas, Publisher ERIC, ISBN: 039806587X.
- Ahijado-Sánchez, A., Serrano-Cámara, L. M., Paredes-Velasco, M., & Velázquez-Iturbide, Á. (2013). *Modelado Formal de Marco Instruccional Colaborativo CIF con Soporte para Moodle*. Proceedings in XV International Symposium on Computers in Education, Viseu (Portugal), ISBN: 978-989-96261-3-3, 37-42.
- Alcover, C. M., & Gil, F. (2004). Aprendizaje de equipo: adaptación en una muestra española de las escalas de actividades de aprendizaje. *Psicothema*, 16(3), 378-383.
- Alexander, P. A., & Murphy, P. K. (1998). The research base for APA's learner-centered psychological principles. In N. M. Lambert & B. L. McCombs (Eds.), *How students learn: Reforming schools through learner-centered education*. (pp. 25-60). Washington, DC, US: American Psychological Association, <http://dx.doi.org/10.1037/10258-001>.
- Aliaga Abad, F. (2000). *Bases epistemológicas y proceso de investigación psicoeducativa*. Universidad de Valencia: CSV, ISBN: 8489596700.
- Almerico, G. M., & Baker, R. (2005). Bloom's Taxonomy illustrative verbs: Developing a comprehensive list for educator use. *Journal of the Florida Association of Teacher Educators*, 11(4), 1-10.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman Inc., ISBN: 0-321-08405-5.
- Anderson, R., Anderson, R., Simon, B., Wolfman, S. A., VanDeGrift, T., et al. (2004). Experiences with a tablet PC based lecture presentation system in computer science courses. *ACM SIGCSE Bulletin*, 36(1), 56-60.
- Andriessen, J., Baker, M., & Suthers, D. (2003). Argumentation, computer support, and the educational context of confronting cognitions *Arguing to Learn* (pp. 1-25): Springer, ISBN: 904816320X.
- Apple, D. K., Nygren, K. P., Williams, M. W., & Litynski, D. M. (2002). *Distinguishing and elevating levels of learning in engineering and technology instruction*. Paper presentado en 32nd Annual ASEE/IEEE Frontiers in Education, 2002. FIE 2002, T4B-7-11, T4B-7-11.
- Areias, C., & Mendes, A. (2007). *A tool to help students to develop programming skills*. Paper presentado en Proceedings of the 2007 international conference on Computer systems and technologies, Bulgaria, 1-7.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arnau, J. (1990). *Psicología experimental: un enfoque metodológico* (4th ed.). México: Trillas, ISBN: 9682437741.
- Aronson, E. (1978). *The Jigsaw classroom*. Beverly Hill, CA: Sage Publications, ISBN: 0803909977.
- Aronson, E., & Patnoe, S. (2011). *Cooperation in the classroom: The jigsaw method*: Printer & Martin Limited, ISBN: 1905177224.
- Association, A. P. (1993). *Learner-centered psychological principles: Guidelines for school reform and restructuring*. Washington, DC: American Psychological Association and the Mid-Continent Regional Educational Laboratory.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Oxford, England: Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P., & Robinson, F. G. (1969). *School learning: An introduction to educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston, ISBN: 00-30767-05-9.
- Badia, A., Mominó, J. M., & Gregori, E. B. (2001). *La incógnita de la educación a distancia*. Barcelona: Horsori, ISBN: 84-85840-88-7.
- Bará, J. (2003). *Aprendizaje basado en problemas/proyectos: ¿Qué, por qué, cómo? :* Institut de Ciències de l'Educació.
- Barab, S., & Duffy, T. (2000). From Practice Fields to Communities of Practice. In D. Jonassen & S. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (Vol. 1, pp. 25-56). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Barnes, L. B. (1994). *Teaching and the Case Method. Text, Cases, and Readings*: ERIC, ISBN: 0875844030.
- Barros, B. (1999). *Aprendizaje Colaborativo en Enseñanza a Distancia: Entorno Genérico para Configurar, Realizar y Analizar Actividades en Grupo*. Tesis, Departamento de Inteligencia Artificial. Universidad Politécnica de Madrid.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20(6), 481-486. doi: 10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x.
- Barrows, H. S. (1988). *The tutorial process*. Southern Illinois University, ISBN: 09-31369-22-3.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer-Verlag, ISBN: 0826128424.
- Ben-Ari, M., Myller, N., Sutinen, E., & Tarhio, J. (2002). Perspectives on program animation with Jeliot *Software Visualization* (pp. 31-45). Berlin Heidelberg: Springer ISBN: 3540433236.

- Bermejo, J. (2011a). *Estrategias persuasivas en la nueva comunicación publicitaria: del 'below the line' al 'off the line'*. Proceedings in VI Congrés Internacional Comunicació i Realitat, Barcelona, ISBN: 978-84-936959-6-5, 219-227.
- Bermejo, J. B. (2011b). *Estrategias persuasivas de la comunicación publicitaria en el marco del sistema publicitario gráfico español*, ISBN: 978-84-7074-591-1.
- Bernat, P., & Morinet-Lambert, J. (1996). *A new Way for Visual Reasoning in Geometry Education*. Proceedings in Intelligent Tutoring Systems ITS96, ISBN: 3540613277, 448-456.
- Biggs, J. B. (1999). *Teaching for quality learning at university*. Buckingham: Open University Press.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning. The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. New York: Academic Press, ISBN: 0-12-097550-5.
- Biscay, E. (2007). Los estándares de e-learning. Visitado, Junio 2015, from <http://hdl.handle.net/10226/153>.
- Bloom, B. J., Englehart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay Company, Inc, ISBN: 0-679-30209-3.
- Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational researcher*, 13(6), 4-16.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., et al. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Boud, D., Cohen, R., & Sampson, J. (1999). Peer learning and assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 24(4), 413-426.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*: Washington, DC: National Academy Press, ISBN: 0309065577.
- Bravo, C., Redondo, M., & Ortega, M. (2004). *Aprendizaje en grupo de la programación mediante técnicas de colaboración distribuida en tiempo real*. Proceedings in V Congreso Interacción Persona Ordenador, Lleida, Spain, 351-357.
- Brislin, R. W. (1986). *The wording and translation of research instruments* (Vol. 8). Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc, ISBN: 08-03925-49-2.
- Bruce, R. L. (1981). Programming for Intangibles *Cornell information bulletin 179. Extension publication 9/81*. Ithaca, NY: New York State College of Agriculture and Life Sciences and New York State College of Human Ecology at Cornell University.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bruffee, K. A. (1999). *Collaborative learning: Higher education, interdependence, and the authority of knowledge*: Johns Hopkins University Press, ISBN: 08-01859-74-3.
- Bruner, J. S. (1966). *Towards a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press, ISBN: 0674897013.
- Brusilovsky, P. (1991). *Turingal-the language for teaching the principles of programming*. Proceedings in Third European Logo Conference 1991.
- Brusilovsky, P., Schwarz, E., & Weber, G. (1996). ELM-ART: An intelligent tutoring system on world wide web. In C. Frasson, G. Gauthier & A. Lesgold (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 1086, pp. 261-269): Springer Berlin Heidelberg, ISBN: 978-3-540-61327-5, 10.1007/3-540-61327-7\_123.
- Burdewick, I. (2003). *Aspects Of Methodology And Education Psychology In Project-Oriented Studies*. Proceedings in International Workshop on Project Oriented Learning.
- Carbonell, J. R. (1970). *Mixed-initiative man-computer instructional dialogues*. Tesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Casas, I., Ochoa, S. F., & Puente, J. (2009). Using tablet PCs and pen-based technologies to support engineering education *Human-Computer Interaction. Interacting in Various Application Domains* (pp. 31-38): Springer, ISBN: 36-42025-82-X.
- Cole, M., Miyake, N., & Newman, D. (1983). *Conference on Joint Problem Solving and Microcomputers*. Proceedings in Conference on Joint Problem Solving and Microcomputers, La Jolla: University of California, San Diego, Laboratory of Cognitive Human Cognition.
- Cook, T. D., Reichardt, C. S., Méndez, J. M. A., & Solana, G. (1986). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Morata: Madrid, ISBN: 847112310X.
- Crook, C. (1996). *Computers and the Collaborative Experience of Learning*. NY, USA: Routledge, ISBN: 0-415-05360-9.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920*. New York, USA: Teachers College Press, ISBN: 080772792X.
- Cuban, L. (1993). *How teachers taught: Constancy and change in American classrooms, 1890-1990*. NY, USA: Teachers College Press, ISBN: 0-8077-3226-5.
- Chan, C. K. K., & Van Aalst, J. (2004). Learning, Assessment and Collaboration in Computer-Supported Environments. In J.-W. Strijbos, P. Kirschner & R. Martens (Eds.), *What We Know About CSCL* (Vol. 3, pp. 87-112): Springer Netherlands, ISBN: 978-1-4020-7779-1, 10.1007/1-4020-7921-4\_4.

- Dave, R. H. (1970). Psychomotor levels. *Developing and writing educational objectives*, 33-34.
- De Vries, D. L., & Slavin, R. E. (1978). Teams-Games-Tournaments (TGT): Review of Ten Classroom Experiments. *Journal of Research and Development in Education*, 12(1), 28-38.
- Debdi, O., Paredes, M., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2015). GreedExCol, a CSCL tool for experimenting with greedy algorithms. *Computer Applications in Engineering Education (Aceptado)*.
- Debdi, O., Velázquez-Iturbide, J. Á., & Paredes-Velasco, M. (2013). Una Segunda Evaluación de Motivación de GreedExCol *Serie de Informes Técnicos DLSII-URJC*. Madrid: Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos I, Universidad Rey Juan Carlos.
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (2001). Extrinsic rewards and intrinsic motivation in education: Reconsidered once again. *Review of educational research*, 71(1), 1-27.
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational psychologist*, 26(3-4), 325-346.
- Deek, F., & McHugh, J. (2000). *Prototype Tools for Programming*. Proceedings in World Conference on Educational Multimedia EdMedia 2000, Hypermedia and Telecommunications, Montreal, ISBN: 1880094401, 290-294.
- Demb, A., Erickson, D., & Hawkins-Wilding, S. (2004). The laptop alternative: Student reactions and strategic implications. *Computers & Education*, 43(4), 383-401.
- Derry, S., Levin, J. R., & Schauble, L. (1995). Stimulating statistical thinking through situated simulations. *Teaching of Psychology*, 22(1), 51-56.
- Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2), 1-13.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. (2005). The Systematic Design of Instruction (6th ed., pp. 182-183). University of Texas: USA: Pearson, ISBN: 0-205-41274-2.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by "Collaborative Learning"? In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (pp. 1-19). Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Dillenbourg, P., Baker, M. J., Blaye, A., & O'Malley, C. (1995). The evolution of research on collaborative learning. In H. Spada & P. Reinmann (Eds.), *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*. (pp. 189-211). Oxford: Elsevier Science.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2007). Designing integrative scripts. In F. Fischer, I. Kollar, H. Mandl & J. Haake (Eds.), *Scripting Computer-Supported Collaborative Learning* (Vol. 6, pp. 275-301): Springer US, ISBN: 978-0-387-36947-1, 10.1007/978-0-387-36949-5\_16.
- Dirckinck-Holmfeld, L. (2006). Using ict: transforming the university-designing for innovative teaching and learning: Problems, visions and realization. In M. Otoyá & L. Vargas (Eds.), *ELAC Memoria III Conferencia Internacional denominada "Aprendizaje Virtual y Desarrollo Sostenible: El rol de las Universidades"*. Alemania: Aalborg Universitet.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533-568.
- Dodl, N. R. (1990). *Instructional groupware: Design considerations*. Proceedings in 32nd Annual International Conference of the Association for the Development of Computer-Based Instructional Systems, 344-352, 344-352.
- Dreyfus, H., & Dreyfus, S. E. (2000). *Mind over machine*. NY, USA: Simon and Schuster Inc, ISBN: 0-7432-0551-0.
- Duffy, T. M., & Jonassen, D. H. (1992). *Constructivism and the Technology of Instruction*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers.
- Eales, R. T. J., Hall, T., & Bannon, L. J. (2002). *The motivation is the message: comparing CSCL in different settings*. Paper presentado en Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community, Boulder, Colorado, 310-317.
- Ellis, A., Carswell, L., Bernat, A., Deveaux, D., Frison, P., et al. (1998). Resources, tools, and techniques for problem based learning in computing. *Innovation and Technology in Computer Science Education. ITiCSE'98 Working Group Reports*, 26(4), 41-56.
- Fejes, A. (2006). The Bologna Process-Governing higher education in Europe through standardisation. *Revista española de educación comparada*(12), 203-232.
- Fernández-Manjón, B., Sierra, J., Moreno-Ger, P., & Martínez-Ortiz, I. (2007). Uso de estándares aplicados a TIC en Educación *Informe Técnico* (Vol. 16).
- Fernández Alemán, J. L., & Oufaska, Y. (2010). *SAMtool, a tool for deducing and implementing loop patterns*. Paper presentado en Fifteenth annual conference on Innovation and technology in computer science education, Bilkent, Ankara, Turkey, 68-72.
- Finkle, S. L., & Torp, L. L. (1995). Introductory documents. Available from the Center for Problem-Based Learning, Illinois Math and Science Academy, 1500, 60506-61000.
- Fischer, F., Bruhn, J., Gräsel, C., & Mandl, H. (2002). Fostering collaborative knowledge construction with visualization tools. *Learning and instruction*, 12(2), 213-232.

- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906-911.
- Forcheri, P., & Molfino, M. T. (1994). Software tools for the learning of programming: A proposal. *Computers & Education*, 23(4), 269-276.
- Fox, D. J., & López, E. L. (1981). *El proceso de investigación en educación*. España: Universidad de Navarra, ISBN: 84-313-0673-4.
- Frees, S., & Kessler, G. D. (2004). *Developing collaborative tools to promote communication and active learning in academia*. Proceedings in Frontiers in Education, 2004. FIE 2004. 34th Annual, ISBN: 0780385527, S3B-20-25 Vol. 23.
- Fuller, U., Johnson, C. G., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Hernán-Losada, I., et al. (2007). Developing a computer science-specific learning taxonomy. *ACM SIGCSE Bulletin*, 39(4), 152-170.
- Gagné, R. M. (1968). Learning hierarchies. *Educational Psychologist*, 6(1), 1-9.
- Gagné, R. M. (1970). *The conditions of learning* (2 ed.). Oxford, England: Holt, Rinehart and Winston.
- Gagné, R. M. (1985). *The Conditions of learning and theory of instruction*. New York: Rinehart and Winston.
- García-Robles, R., Díaz-del-Río, F., Vicente-Díaz, S., & Linares-Barranco, A. (2009). An eLearning standard approach for supporting PBL in Computer Engineering. *Education, IEEE Transactions on*, 52(3), 328-339.
- García, H. V. (1976). *Principios de Pedagogía Sistemática*. Madrid: Rialp.
- Garvey, M. T., O'Sullivan, M., & Blake, M. (2000). Multidisciplinary case-based learning for undergraduate students. *European Journal of Dental Education*, 4(4), 165-168.
- Gerlach, V. S., & Sullivan, H. J. (1967). *Constructing statements of outcomes*. Inglewood, CA: Southwest Regional Laboratory for Educational Research and Development.
- Gijsselaers, W. H. (1996). Connecting problem-based practices with educational theory. *New directions for teaching and learning*, 1996(68), 13-21.
- Gomes, A., & Mendes, A. (2001). SICAS. Paper presentado en Computers and Education, 159-166. [http://dx.doi.org/10.1007/0-306-47533-2\\_15](http://dx.doi.org/10.1007/0-306-47533-2_15).
- González, G., & Díaz, L. (2005). Aprendizaje colaborativo: una experiencia desde las aulas universitarias. *Educación y educadores*, 8, 21-44.
- Good, T. L., & Brophy, J. E. (1990). *Educational psychology: A realistic approach* (4th ed.). White Plains, New York: Longman/Addison Wesley Longman, ISBN: 0801303516.

## BIBLIOGRAFÍA

- Gress, C. L. Z., Fior, M., Hadwin, A. F., & Winne, P. H. (2010). Measurement and assessment in computer-supported collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 806-814. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2007.05.012>.
- Gros, B. (2000). *El ordenador invisible: hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza*. Barcelona: EDIUOC, 2000, ISBN: 84-7432-759-8.
- Gros, B. (2007). El aprendizaje colaborativo a través de la red: límites y posibilidades. 112. Disponible en [http://www.uninorte.edu.co/congresog10/conf/08\\_El\\_Aprendizaje\\_Colaborativo\\_a\\_traves\\_de\\_la\\_red.pdf](http://www.uninorte.edu.co/congresog10/conf/08_El_Aprendizaje_Colaborativo_a_traves_de_la_red.pdf).
- Gros Salvat, B., García González, I., & Lara Navarra, P. (2012). El desarrollo de herramientas de apoyo para el trabajo colaborativo en entornos virtuales de aprendizaje. *RIED. Revista iberoamericana de educación a distancia*, 12(2), 115-138. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.2.12.903>.
- Guay, F., Vallerand, R. J., & Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and emotion*, 24(3), 175-213.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1981). *Effective evaluation: Improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches*. San Francisco, CA, US: Jossey-Bass, ISBN: 0875894933.
- Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal of educational computing research*, 17(4), 397-431.
- Hanna, W. (2007). The new Bloom's taxonomy: Implications for music education. *Arts Education Policy Review*, 108(4), 7-16.
- Hansen, T., Dirckinck-Holmfeld, L., Lewis, R., & Rugelj, J. (1999). Using Telematics for Collaborative Knowledge Construction. In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative learning: Cognitive and Computational Approaches* (pp. 169-196).
- Harvard Business School. (2003). How the Case Method Works. Visitado Junio, 2015, from <http://www.hbs.edu/teaching/>.
- Hauenstein, A. D. (1998). *A conceptual framework for educational objectives: A holistic approach to traditional taxonomies*. Lanham, MD: University Press of America.
- Hernán-Losada, I. (2009). *Conclusiones sobre la aplicación de la Taxonomía de Bloom al diseño de herramientas pedagógicas*. Proceedings in Actas del I Seminario de Investigación en Tecnologías de al Información Aplicadas a la Educación., ISBN: 8498493765, 139-150.



- Hernán-Losada, I. (2012). *Diseño de software educativo para la enseñanza de la programación orientada a objetos basado en la taxonomía de Bloom*. Tesis, Universidad Rey Juan Carlos. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos I.
- Hernán-Losada, I., Lázaro-Carrascosa, C. A., & Velázquez Iturbide, J. Á. (2004). *On the use of Bloom's taxonomy as a basis to design educational software on programming*. Proceedings in World Conference on Engineering and Technology Education, WCETE 2004, COPE, Brazil, ISBN: 85-89120-12-0, 351-355.
- Hernández Gómez, M. A., Picó Sanchis, E., & Rodríguez Sánchez, L. (2006). Editor de Learning Design. Proyecto de Sistemas Informáticos, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid.
- Herrera-Rojas, A. N. (1996). Algunas consideraciones técnicas sobre la construcción de ítems de pruebas objetivas según la clasificación de objetivos educativos de Bloom. In I. A. Memorias del Proyecto ECAES en Psicología, , . (Ed.), *Departamento de Psicología. Facultad deficiencias humanas*. Bogotá, Colombia: Universidad nacional de Colombia. Santa fe de Bogota.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific inquiry. *The School Review*, 79(2), 171-212.
- Hestenes, D. (1992). Force Concept Inventory. *Physics Teacher*, 30(3), 141-158.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. doi: 10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3.
- Holmes, W. N. (1999). The myth of the educational computer. *IEEE Computer*, 32(8), 36-42.
- Hoppe, H. (1999). Collaborative Learning in Open Distributed Environments- Pedagogical Principles and Computational Methods. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 1090-1099.
- Howard, R. A., Carver, C. A., & Lane, W. D. (1996). Felder's learning styles, Bloom's taxonomy, and the Kolb learning cycle: tying it all together in the CS2 course. *SIGCSE Bulletin*, Twenty-seventh SIGCSE technical symposium on Computer science education, 28(1), 227-231. doi: 10.1145/236452.236545.
- Hurtado, C., & Guerrero, L. A. (2011). Enhancement of Collaborative Learning Activities using Portable Devices in the Classroom. *Universal Computer Science*, 17(2), 332-347.
- Hyden, P. (2005). Teaching statistics by taking advantage of the laptop's ubiquity. *New directions for teaching and learning*, 2005(101), 37-42.
- IMS-LD. (2003). IMS Learning Design Specification. Visitado Junio, 2015, from <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.cfm>.

## BIBLIOGRAFÍA

- Johnson, C. G., & Fuller, U. (2007). *Is Bloom's taxonomy appropriate for computer science?* Paper presentado en 6th Baltic Sea Conference on Computing Education Research: Koli Calling 2006, Department of Information Technology, University of Uppsala, Stockholm, 120-123.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1975). *Learning together and alone: Cooperation, competition and individualisation*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Stanne, M. B. (2000). Cooperative learning methods: A meta-analysis.
- Jonassen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm? *Educational technology research and development*, 39(3), 5-14.
- Jones, B. F., Rasmussen, C. M., & Moffitt, M. C. (1997). *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*: American Psychological Association, ISBN: 1557982945.
- Jurado, F., Molina, A. I., Redondo, M. A., & Cantero, M. O. (2012). Cole-Programming: Incorporando Soporte al Aprendizaje Colaborativo en Eclipse. *IEEE-RITA*, 7(3), 121-130.
- Jurado, F., Molina, A. I., Redondo, M. A., Ortega, M., Giemza, A., et al. (2009). Learning to Program with COALA, a Distributed Computer Assisted Environment. *J. UCS*, 15(7), 1472-1485.
- Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 37(2), 83-137.
- Kirschner, P. A., Buckingham-Shum, S. J., & Carr, C. S. (2003). *Visualizing argumentation: Software tools for collaborative and educational sense-making*: Springer, ISBN: 1852336641.
- Koedinger, K. R., Anderson, J. R., Hadley, W. H., & Mark, M. A. (1997). Intelligent tutoring goes to school in the big city. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 8, 30-43.
- Kolodner, J. L. (1993). *Case based learning* (Vol. 10): Springer, ISBN: 0792393430.
- Kölling, M., Quig, B., Patterson, A., & Rosenberg, J. (2003). The BlueJ system and its pedagogy. *Computer Science Education*, 13(4), 249-268.
- Koschmann, T. (1992). Computer support for collaborative learning: Experience, theory and design. [*Special Issue*] *ACM SIGCUE Outlook*, 21(3).
- Koschmann, T., Newman, D., Woodruff, E., Pea, R., & Rowley, P. (1993). Technology and pedagogy for collaborative problem solving as a context for learning. *ACM Sigchi Bulletin*, 25(4), 57-60.

- Koschmann, T. D. (1994). Tutorial on computer support for collaborative learning. *Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 219-225. doi: 10.1207/s15327809jls0303\_1.
- Koschmann, T. D. (1996). *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, ISBN: 0805813454.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of educational objectives: Handbook II: The affective domain*. New York: David McKay, ISBN: 0679302107.
- Kumar, A. N. (2005). Generation of problems, answers, grade, and feedback--case study of a fully automated tutor. *Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)*, 5(3), 3. doi: 10.1145/1163405.1163408.
- Kwok, R. C., & Ma, J. (1999). Use of a group support system for collaborative assessment. *Computers & Education*, 32(2), 109-125.
- Lahtinen, E. (2007). *A categorization of Novice Programmers: a cluster analysis study*. Proceedings in Proceedings of the 19th annual Workshop of the Psychology of Programming Interest Group (PPIG'07), Joensuu, Finland, 32-41.
- Lambiotte, J. G., Dansereau, D. F., O'Donnell, A. M., Young, M. D., Skaggs, L. P., et al. (1987). Manipulating cooperative scripts for teaching and learning. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 424-430. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.79.4.424>.
- Langelotz, C., Junghans, T., Günther, N., & Schwenk, W. (2005). Problem-based learning for surgery. Increased motivation with less teaching personnel? *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin*, 76(5), 481-486.
- Larkin, J. H., & Chabay, R. W. (1992). *Computer-Assisted Instruction and Intelligent Tutoring Systems: Shared Goals and Complementary Approaches*. Broadway, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, ISBN: 0-8058-0233-9.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*. New York, NY, USA: Cambridge University Press, ISBN: 0521357349.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York, NY, USA: Cambridge university press, ISBN: 0-521-42374-0.
- Lepper, M. R., Woolverton, M., Mumme, D. L., & Gurtner, J. (1993). Motivational techniques of expert human tutors: Lessons for the design of computer-based tutors. In S. P. Lajoie & S. J. Derry (Eds.), *Computers as Cognitive Tools* (pp. 75-105). Mahwah, New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, ISBN: 0-8058-1081-1.
- Lewis, R. (1997). An Activity Theory framework to explore distributed communities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13(4), 210-218.

## BIBLIOGRAFÍA

- Lipponen, L. (1999). *The challenges for computer supported collaborative learning in elementary and secondary level: Finnish perspectives*. Proceedings in the 1999 conference on Computer support for collaborative learning, 46.
- Lister, R., & Leaney, J. (2003). Introductory programming, criterion-referencing, and bloom. *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(1), 143-147.
- Lowther, D. L., Ross, S. M., & Morrison, G. M. (2003). When each one has one: The influences on teaching strategies and student achievement of using laptops in the classroom. *Educational technology research and development*, 51(3), 23-44.
- Maceres, A. P. (2007). La teoría histórico-cultural de Vygotsky: algunas acotaciones a su origen y su alcance. *Revista de Historia de la Psicología*, 28(2/3), 19-25.
- Marcelino, M., Mihaylov, T., & Mendes, A. (2008). *H-SICAS, a handheld algorithm animation and simulation tool to support initial programming learning*. Proceedings in Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual, ISBN: 1424419697, T4A-7-T4A-12.
- Martín-Albo, J., Núñez, J. L., & Navarro, J. G. (2009). Validation of the Spanish version of the Situational Motivation Scale (EMSI) in the educational context. *The Spanish journal of psychology*, 12(02), 799-807.
- Martínez, A. (2003). *Método y modelo para el apoyo computacional a la evaluación en CSCL*. Tesis, Universidad de Valladolid. Departamento de Informática.
- Marzano, R. J. (2001). *Designing a New Taxonomy of Educational Objectives. Experts in Assessment*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc, ISBN: 0-8039-6836-1.
- Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). *The New Taxonomy of Educational Objectives* (2 ed.). Thousand Oaks, California: Corwin Press, ISBN: 1412936292.
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia learning. *Psychology of Learning and Motivation*, 41, 85-139. doi: 10.1016/S0079-7421(02)80005-6.
- McMillan, J., & Schumacher, S. (2000). *Research in Education: A Conceptual Introduction*. New York: Harper Collins.
- Mendes, A., Jordanova, N., & Marcelino, M. (2005). *PESEN-A Visual Programming Environment to Support Initial Programming Learning*. Proceedings in International Conference on Computer Systems and Technologies-CompSysTech 2005, 1-6.
- Mercer, N., & Wegerif, R. (1999). 6 Is' exploratory talk'productive talk? *Learning with computers: Analysing Productive Interaction* (pp. 79-101), ISBN: 0415142857.
- Merrill, M. D. (1991). Constructivism and Instructional Design. *Educational Technology*, 31(5), 45-53.
- Metfessel, N. S. (1969). Instrumentation of Bloom's and Krathwohl's Taxonomies for the Writing of Educational Objectives. *Psychology in the Schools*, 6, 227-231.

- Moreno, A., Myller, N., & Sutinen, E. (2004). *JeCo, a Collaborative Learning Tool for Programming*. Proceedings in Visual Languages and Human Centric Computing, 2004 IEEE Symposium, 261-263.
- Murphy, P. K., & Alexander, P. A. (2000). A motivated exploration of motivation terminology. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 3-53.
- Naps, T. L., Rössling, G., Almstrum, V., Dann, W., Fleischer, R., et al. (2003). Exploring the role of visualization and engagement in computer science education. *SIGCSE Bulletin*, 35(2), 131-152. doi: 10.1145/782941.782998.
- Nuutinen, J., Sutinen, E., Botha, A., & Kommers, P. (2010). From mindtools to social mindtools: Collaborative writing with Woven Stories. *British Journal of Educational Technology*, 41(5), 753-775.
- O'Malley, C. (1995). *Computer supported collaborative learning* (Vol. 128). Berlin: Springer-Verlag, ISBN: 0387577408.
- Obradovich, J. H., Smith, P. J., Guerlain, S., Rudmann, S., Strohm, P., et al. (1996). *The Transfusion Medicine Tutor: Using expert systems technology to teach domain-specific problem-solving skills*. Proceedings in Intelligent Tutoring Systems, ISBN: 3540613277, 521-530.
- Ogata, H., Matsuura, K., & Yano, Y. (1996). Knowledge awareness: bridging between shared knowledge and collaboration in Sharlok.
- Ogata, H., & Yano, Y. (2000). Combining knowledge awareness and information filtering in an open-ended collaborative learning environment. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 11, 33-46.
- Ogata, H., & Yano, Y. (2003). *How ubiquitous computing can support language learning*. Proceedings in Knowledge Economy and Development of Science and Technology (KEST), 1-6.
- Oliver, D., & Doble, T. (2007). First Year Courses in IT: A Bloom Rating. *Journal of Information Technology Education*, 6, 347-361.
- Ortega, M., Bravo, J., Bravo, C., Muñoz, J. J., & Redondo, M. A. (1998). *Scaffolding and Planning Techniques in Distance Education: A case Study in Statistics*. Proceedings in 4th International Conference on Technology Supported Learning, Online Educa., 164-168.
- Osinubi, A. A. A., & Ailoje-Ibru, K. O. (2014). A paradigm shift in medical, dental, nursing, physiotherapy and pharmacy education: From traditional method of teaching to case-based method of learning- A review. *Annual Research & Review in Biology*, 4(13), 2053-2072. doi: 1655998910.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*: Brighton:Harvester., ISBN: 0465046274.

## BIBLIOGRAFÍA

- Paredes-Velasco, M., Serrano Cámara, L. M., Velázquez, Á. J., & De la Hera, C. M. A. (2012). *Estudio y Comparación de la Motivación de los Estudiantes en CSCL Guiado por CIF con Otros Métodos Docentes*. Proceedings in SIIE 2012 XIV Simposio Internacional de Informática Educativa, Andorra la Vella (Andorra), ISBN: 978-84-939814-6-4, 111-116.
- Paredes, M., Molina, A. I., Redondo, M. A., & Ortega, M. (2008). Designing Collaborative User Interfaces for Ubiquitous Applications Using CIAM: The AULA Case Study. *J. UCS*, 14(6), 2680-2698.
- Paredes Velasco, M. (2006). *AULA: un Sistema Ubicuo de Enseñanza-Aprendizaje Colaborativo*. Tesis, Universidad de Castilla-La Mancha. Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información.
- Paredes Velasco, M., Castellanos Vega, J., Serrano Cámara, L. M., Lovillo, A., & Domínguez Mateos, F. (2012). CIF: Dos Experiencias CSCL en el Marco de aprendizaje de la Programación. In E. Martín Barroso, M. Rubio Sánchez & J. Urquiza Fuentes (Eds.), *Actas de las III Jornadas en Innovación y TIC Educativas (JITICE 2012)*. (pp. 111-114). Madrid: Boletín de la ETSII, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Universidad Rey Juan Carlos.
- Paredes Velasco, M., Serrano-Cámara, L. M., & Velázquez Iturbide, Á. V. (2013). Uso de CIF en ambientes de computación ubicua. In P. Cáceres García de Medina, I. Hernán Losada & M. Paredes Velasco (Eds.), *Actas de las IV Jornadas en Innovación y TIC Educativas (JITICE 2013)* (pp. 65-68). Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.
- Pausch, R., Burnette, T., Capeheart, A., Conway, M., Cosgrove, D., et al. (1995). Alice: Rapid prototyping system for virtual reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 15(3), 8-11.
- Pea, R. D., & Kurland, D. M. (1984). On the cognitive effects of learning computer programming. *New ideas in psychology*, 2(2), 137-168.
- Perales, M. A., Barrero, F., Sergio, L., Marín, T., & Durán, M. J. (2012). Experiencia PBL en una Asignatura Básica de Electrónica. *IEEE-RITA*, 7(4), 223-230.
- Pérez, J. R. (2002). Evaluación de programas en educación social. Guía Didáctica. Madrid: UNED.
- Pérez, J. R., Paule, M. P., & Cueva, J. M. (2006). SICODE: A Collaborative Tool for Learning of Software Development. *IV International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education (m-ICTE2006)*.
- Pérez Sanz, A., & Berelanga, A. Estandarización y Diseño Educativo. Visitado Junio, 2015, from <http://www.edu.xunta.es/contidos/ODEs/lex/versionpdf.pdf>.
- Piaget, J. (1953). The Origins of Intelligence in Children. *Journal of Consulting Psychology*, 17(6), 467.
- Piaget, J. (1972). *Psychology and epistemology: Towards a theory of knowledge*. Harmondsworth: Penguin (Non-Classics), ISBN: 0140600116.

- Piaget, J. (1978). *La Equilibración de las Estructuras Cognitivas. Problema Central del Desarrollo*. Madrid: Siglo XXI de España, ISBN: 84-323-0319-4.
- Piaget, J. (1999). *Construction of reality in the child* (Vol. 20). Abingdon, Oxon: Psychology Press, ISBN: 0415-21000-3.
- Pintrich, P. (2003). Motivation and classroom learning. *Handbook of Psychology: Educational Psychology*, 7, 103-122.
- Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into practice*, 41(4), 219-225.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje* (6th ed.). Madrid: Ediciones Morata, ISBN: 8471123355.
- Pressey, S. L. (1964). Autoinstruction: perspectives, problems, and potentials. In E. R. Hilgard (Ed.), *Theories of learning and instruction: the sixty third yearbook of the Nacional Society for the Study of Education* (pp. 355-356): University of Chicago Press.
- Pylyshyn, Z. W. (1993). *Computing in cognitive science*. Proceedings in Foundations of cognitive neuroscience, ISBN: 0262161125, 49-91.
- Quellmalz, E. S. (1987). Developing reasoning skills. In J. B. Faron & R. J. Sternberg (Eds.), *In Teaching thinking skills* (pp. 86-105). New York: W. H. Freeman, ISBN: 0716717891.
- Rawlings, A., Van Rosmalen, P., Koper, R., Rodríguez-Artacho, M., & Lefrere, P. (2002). Survey of educational modelling languages (EMLs) *In CEN/ISSS WS/LT Learning Technologies Workshop*.
- Redondo, M. A. (2002). *Planificación Colaborativa del diseño en entornos de simulación para el aprendizaje a distancia*. Tesis, Universidad de Castilla - La Mancha. Departamento de Informática.
- Redondo, M. A., Bravo, C., Ortega, M., & Verdejo, M. (2002). *PlanEdit: An adaptive problem solving tool for design*. Proceedings in Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH2002). LNCS, ISBN: 3540437371, 560-563.
- Reigeluth, C. M., & Moore, J. (1999). Cognitive education and the cognitive domain. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. 2, pp. 51-68). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, ISBN: 978-0-8058-2859-7.
- RELOAD, L. D. Visitado Junio, 2015, from <http://www.reload.ac.uk/>.
- Richard, G., Kay, J., Lister, R., & Teague, D. (2012). *On the reliability of classifying programming tasks using a neo-piagetian theory of cognitive development*. Proceedings in ninth annual international conference on International computing education research, Auckland, New Zealand, ISBN: 978-1-4503-1604-0, 31-38.

## BIBLIOGRAFÍA

- Rodríguez, J. L. S., Ortiz, I. M., & Ger, P. M. (2011). *Uso de estándares aplicados a TIC en educación* (Vol. 16): Ministerio de Educación, ISBN: 843695078X.
- Rodríguez, M. A. (2000). *Una arquitectura cognitiva para el diseño de entornos telemáticos de enseñanza y aprendizaje*. Tesis, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
- Romiszowski, A. J. (1980). *Problem solving in instructional design: an heuristic approach* (Vol. 81).
- Roschelle, J., Tatar, D., Chaudhury, S. R., Dimitriadis, Y., Patton, C., et al. (2007). Ink, improvisation, and interactive engagement: Learning with tablets. *IEEE Computer*, 40(9), 42-48.
- Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). *The construction of shared knowledge in collaborative problem solving*. Proceedings in Computer supported collaborative learning, ISBN: 3642851002, 69-97.
- Ryan, R. M., & Deci, E. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Plenum Press, ISBN: 0-306-42022-8.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000b). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68-78.
- Saettler, P. (1990). *The evolution of american educational technology*. Englewood, CO: Libraries Unlimited, Inc, ISBN: 1-59311-139-8.
- Sánchez, F., Sancho, M.-R., Botella, P., García, J., Aluja, T., et al. (2008). *Competencias profesionales del Grado en Ingeniería Informática*. Paper presentado en Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI), 123-130.
- Scott, T. (2003). Bloom's taxonomy applied to testing in computer science classes. *J. Comput. Small Coll.*, 19(1), 267-274.
- Schewe, S., Quak, T., Reinhardt, B., & Puppe, F. (1996). *Evaluation of a Knowledge-Based Tutorial Program in Traumatology – A Part of a Mandatory Course in Internal Medicine*. Proceedings in 3rd. Int. Conf. on Intelligent Tutoring Systems, 531-539.
- Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. L. (2008). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications* (3 ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson/Merrill Prentice Hall., ISBN: 0023956216.



- Serrano-Cámara, L. M., Moreno, S., Paredes, M., & Hijón, R. (2007). *Estudio de Estructuras de Representación en Escritura Colaborativa: una Propuesta de Evaluación*. Proceedings in Actas del Simposio Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación, VIII Congreso Nacional de Informática Educativa (SINTICE 2007), Zaragoza (Spain), ISBN: 978-84-9732-597-4, 53-60.
- Serrano-Cámara, L. M., Paredes-Velasco, M., Ahijado-Sánchez, A., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2014). Modelado Mediante Lenguajes de Diseño Instruccional del Marco Colaborativo CIF para Su Uso en LMSs. *IEEE VAEP-RITA*, 2(2), 91-99.
- Serrano-Cámara, L. M., Paredes-Velasco, M., Ahijado-Sánchez, A., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2015). Modeling the Collaborative Instructional Framework CIF for LMSs by Using Educational Modeling Languages. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 10 (2), 1-8. doi: 10.1109/RITA.2015.2417933.
- Serrano-Cámara, L. M., Paredes-Velasco, M., Alcover, C.-M., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2014). An evaluation of students' motivation in computer-supported collaborative learning of programming concepts. *Computers in Human Behavior*, 31, 499-508. doi: 10.1016/j.chb.2013.04.030.
- Serrano-Cámara, L. M., Paredes-Velasco, M., Velázquez-Iturbide, J. Á., Alcover, C. M., & Castellanos, M. E. (2015). MoCAS: a Mobile Collaborative Tool for Learning Scope of Identifiers in Programming Courses. *21IJEE - TSE4EE Trends in Software Engineering for Engineering Education (Aceptado)*.
- Serrano Cámara, L. M. (2010). Una propuesta de marco instruccional basado en la taxonomía de Bloom. In Dykinson (Ed.), *Actas del IV Seminario de Investigación en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación : SITIAE 2010*. (pp. 103-114). Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.
- Serrano Cámara, L. M. (2011). Marco Instruccional Colaborativo para el Aprendizaje de la Programación. Aproximación a una Propuesta Informática. In M. Rubio Sánchez & Á. V. Velázquez Iturbide (Eds.), *Actas del V Seminario de Investigación en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación: SITIAE 2011* (pp. 89-102). Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.
- Serrano Cámara, L. M., Paredes Velasco, M., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2010). *Aprendizaje colaborativo guiado por objetivos educativos. Aplicación en el aprendizaje de la programación*. Paper presentado en XI Simposio Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación (SINTICE) dentro del CEDI 2010, Valencia (Spain), 3-10.
- Serrano Cámara, L. M., Paredes Velasco, M., & Velázquez-Iturbide, J. Á. (2012). *Evaluation of a collaborative instructional framework for programming learning*. Proceedings in 17th ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE'12), Haifa, Israel, ISBN: 978-1-4503-1246-2, 162-167.

## BIBLIOGRAFÍA

- Serrano Cámara, L. M., Paredes Velasco, M., & Velázquez Iturbide, J. Á. (2011). Una Experiencia de Aprendizaje Colaborativo de la Programación Soportado por Computación Móvil en el Aula: MoCAS. *Proceedings The 61st International Council for Educational Media (ICEM) and the International Symposium on Computers in Education (SIIE) ICEM&SIIE'2011*, 3(3), 600-610.
- Sharan, S., & Hertz-Lazarowitz, R. (1980). A group-investigation method of cooperative learning in the classroom *Cooperation in education* (pp. 14-46).
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century. Traducción española: *La conducta de los organismos: un análisis experimental* (1979). Barcelona: Fontanella., ISBN: 84-244-0472-6.
- Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. New York: Appleton Century Crofts.
- Slavin, R. E. (1978a). Student Teams and Achievement Divisions. *Journal of Research and Development in Education*, 12(1), 39-49.
- Slavin, R. E. (1978b). Using Student Team Learning. The Johns Hopkins Team Learning Project.
- Slavin, R. E. (1985). Team-Assisted Individualization. In R. Slavin, S. Sharan, S. Kagan, R. Hertz-Lazarowitz, C. Webb & R. Schmuck (Eds.), *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn* (pp. 177-209): Springer US, ISBN: 978-1-4899-3652-3, 10.1007/978-1-4899-3650-9\_7.
- Slavin, R. E. (1988). Cooperative learning and student achievement. *Educational Leadership*, 46(2), 31-33.
- SRI. (2012, 6 Julio). SRI International, Group Scribbles. Visitado Junio, 2015, from <http://groupscribbles.sri.com>.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 409-426). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Stahl, R. J., & Murphy, G. T. (1981). *The Domain of Cognition: An Alternative to Bloom's Cognitive Domain within the Framework of an Information Processing Model*. Paper presentado en Annual Meeting of the American Educational Research Association Los Angeles, CA, 43.
- Steinberg, E. R. (1991). *Computer-assisted instruction: A synthesis of theory, practice, and technology*: Lawrence Erlbaum Associates, ISBN: 0805808655.
- Stevens, S. S. (1946). On the theory of scales of measurement *Science* (Vol. 103, pp. 667-680): American Association for the Advancement of Science.
- Stolyarevska, A. (2011). *Bloom's Taxonomy In Action: One Example*. Proceedings in World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, ISBN: 188009486X, 3222-3227.

- Suppes, P., & Macken, E. (1978). The Historical Path from Research and Development to Operational Use of CAI. *Educational Technology*, 18(4), 9-12.
- Taylor, R. (1980). *The computer in the school: Tutor, tool, tutee*. Totowa, NJ.
- Thompson, E., Luxton-Reilly, A., Whalley, J. L., Hu, M., & Robbins, P. (2008). *Bloom's taxonomy for CS assessment*. Paper presentado en Tenth Conference on Australasian Computing Education (ACE2008), Wollongong, NSW, Australia, 155-161.
- Tuschling, A., & Engemann, C. (2006). From education to lifelong learning: The emerging regime of learning in the European Union. *Educational philosophy and theory*, 38(4), 451-469.
- Valero-García, M., & Navarro, J. J. (2001). Niveles de competencia de los objetivos formativos en las ingenierías VII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática JENUI 2001 (pp. 1-6). Palma de Mallorca.
- van Loon, M. H., de Bruin, A. B., van Gog, T., van Merriënboer, J. J., & Dunlosky, J. (2014). Can students evaluate their understanding of cause-and-effect relations? The effects of diagram completion on monitoring accuracy. *Acta psychologica*, 151, 143-154. doi: 10.1016/j.actpsy.2014.06.007.
- Vansteenkiste, M., Lens, W., & Deci, E. L. (2006). Intrinsic versus extrinsic goal contents in self-determination theory: Another look at the quality of academic motivation. *Educational psychologist*, 41(1), 19-31.
- Vega-Gorgojo, G., Bote-Lorenzo, M. L., Gómez-Sánchez, E., Asensio-Pérez, J. I., Dimitriadis, Y. A., et al. (2008). Ontoolcole: Supporting Educators in the Semantic Search of CSCL Tools. *J. UCS*, 14(1), 27-58.
- Velasco, M. P., Serrano-Cámara, L. M., Velázquez, Á. J., & de la Hera, C. M. A. (2012). *Study and comparison of motivation in CSCL guided by CIF vs. other teaching methodologies*. Paper presentado en International Symposium Computers in Education (SIIE). Indexado en IEEE Xplore (IEEE Conference Publications), 1-6. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6403191&isnumber=6403152>.
- Velázquez-Iturbide, J. Á., Debdi, O., Esteban-Sanchez, N., & Pizarro, C. (2013). GreedEx: A visualization tool for experimentation and discovery learning of greedy algorithms. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, 6(2), 130-143.
- Velázquez-Iturbide, J. Á., Pérez-Carrasco, A., & Urquiza-Fuentes, J. (2008). SRec: An animation system of recursion for algorithm courses. *ACM SIGCSE Bulletin*, 40(3), 225-229.
- Vygotsky, L. L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge MA: Harvard University Press, ISBN: 0674576292.

## BIBLIOGRAFÍA

- Watson, J. B. (1913). Psychology as the Behaviorist Views it. *Psychological review*, 20(2), 158-277.
- Wenger, E. (1987). *Artificial intelligence and tutoring systems*. Los Altos, California: Morgan Kaufmann Publishers Inc, ISBN: 0-934613-26-5.
- Whalley, J. L., Lister, R., Thompson, E., Clear, T., Robbins, P., et al. (2006). *An Australasian study of reading and comprehension skills in novice programmers, using the bloom and SOLO taxonomies*. Proceedings in Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education, ISBN: 1920682341, 243-252.
- Wilson, B. G., & Myers, K. M. (2000). Situated cognition in theoretical and practical context. In D. Jonassen & S. M. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (pp. 57-88). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (Reprinted from: D. Jonassen & S. Land).
- Williams, B. (2005). Case based learning - a review of the literature: is there scope for this educational paradigm in prehospital education? *Emergency Medicine Journal*, 22(8), 577-581.
- Woods, D. R. (1994). *Problem-based learning: How to gain the most from PBL*. Hamilton: McMaster University, ISBN: 096987250X.
- Wu, A. K. (1993). *A taxonomy of tutoring systems*. Paper presentado en International Conference on Computers in Education Teipei, Taiwan, 187-192.