



universidad
de león

Escuela de Ingenierías Industrial e Informática

TESIS DOCTORAL

**Mejora del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje
Mediante la Aplicación de la Evaluación Formativa
y Técnicas de Clasificación Estadística en las
Enseñanzas Técnicas**

**Programa de doctorado:
Tecnologías Avanzadas de Producción**

M^a Inmaculada GONZÁLEZ ALONSO

León, octubre 2015



Escuela de Ingenierías
Industrial e Informática

UNIVERSIDAD DE LEÓN

Escuela de Ingenierías Industrial e Informática

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA,
INFORMÁTICA Y AEROESPACIAL**

TESIS DOCTORAL

**Mejora del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje
Mediante la Aplicación de la Evaluación
Formativa y Técnicas de Clasificación Estadística
en las Enseñanzas Técnicas**

Autora:

M^a Inmaculada GONZÁLEZ ALONSO

Directores:

Manuel CASTEJÓN LIMAS y Ramón Ángel FERNÁNDEZ DIAZ

León, octubre 2015

Agradecimientos

Este trabajo es fruto del apoyo de muchas personas que han estado muy cerca de mí, ayudándome de una manera o de otra. Algunas de ellas ya llevan compartiendo mucho tiempo conmigo y otras se han ido haciendo más presentes durante esta última época. En cualquiera de ambos casos, ahora que llega el momento de concluir esta etapa, me gustaría mostrar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de un modo u otro, han hecho posible que me encuentre escribiendo la última página de esta tesis.

A mis directores de tesis, Ramón Ángel y Manolo. Gracias Ramón por tu constante empeño en que esto llegase a consolidar y a Manolo, por brindarme esta oportunidad. Gracias a los dos por vuestro incondicional apoyo.

A mis compañeros del Área de Ingeniería Eléctrica, “los chispas”, Ana, Alberto, Javi, Esteban, Jorge, Carlos, José Luis, Canseco, Julio, Jonatan, Marijose, Miguel y David. Con vosotros empecé mi andadura profesional en la Universidad de León y aquí continuamos. Gracias por vuestra presencia en los buenos y malos momentos.

Al grupo IFAHE, mis “competentes”. De vosotros he aprendido y sin vosotros esta tesis no tendría forma. Gelines, Marta Eva, Loli, Raquel, Ángel, Roberto y Carlos: esto es más que un simple grupo, gracias por vuestra generosidad.

A los que más han sufrido conmigo porque están día a día a mi lado: mis amigos, mi pandilla y mi familia. A mis padres, Cefe y Loli, por su desvelo en brindarme una formación y ser ejemplo de trabajo para mí. A mi mamipoli, Soco. A mis queridos hermanos Fredy, Eva y Loli, siempre a mi lado. A mis cuñados y sobrinos. A mi compañero de vida, Joserra, y a la niña de mis ojos, Elena.

Y en general a todas las personas que, de una forma u otra, me habéis alentado con vuestro ánimo y consejo. A mis compañeros de Dirección, de Departamento y de la Escuela, y a todos mis alumnos que ya van siendo un montón y que día a día me transmiten la energía para seguir trabajando.

Como decía mi abuelo, de bien nacido es ser agradecido. Muchas, muchas gracias.

Resumen

En el nuevo paradigma creado a partir de la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se plantean nuevas estrategias y metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El conjunto de estas estrategias define el aprendizaje para la adquisición de habilidades, destrezas, conocimientos y comportamientos que adquiere un individuo y que le permitirán seguir aprendiendo de forma autónoma, lo que se ha definido como ***“aprender a aprender”***. Existen distintos enfoques para clasificar los tipos de aprendizaje, destacando el que diferencia entre aprendizaje holístico y aprendizaje serialista, y el enfoque que entiende que el aprendizaje puede ser tanto superficial, como profundo, como estratégico. Para elaborar planes de estudio de los títulos de grado del EEES es indispensable poner en práctica diferentes metodologías didácticas que promuevan una innovación pedagógica que sirva de transición desde un modelo tradicional, en el cual el protagonista del aprendizaje es el docente, hacia un modelo en el que el discente pasa a ser parte activa de su propio aprendizaje. Los nuevos títulos de grado basan su desarrollo en la adquisición de una serie de competencias. El marco de referencia de las competencias se engloba en tres ámbitos: conocer y comprender, saber cómo actuar y saber cómo ser. Las competencias comprenden los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que capacitan al individuo. Ahora bien, las competencias deben ser evaluadas sin limitarse a la cuantificación de los conocimientos adquiridos ni al resultado de una evaluación sumativa, ya que la evaluación no debe servir únicamente para calificar, sino que también es una oportunidad para aprender. Los sistemas de evaluación tradicionales deben readaptarse al nuevo sistema de Educación Superior. La evaluación formativa como metodología evaluativa es el proceso que orienta al estudiante a lo largo de la evaluación continua y que le permite detectar sus puntos débiles para poder fortalecerlos. Este trabajo plantea la aplicación de la evaluación formativa en el ámbito de las escuelas de ingeniería, para lo que propone una metodología que facilite su aplicación y realiza un estudio de su impacto a través de análisis estadístico. El resultado de la fase de experimental lleva a la conclusión de que el **empleo de la evaluación formativa tiene un impacto positivo sobre el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería.**

Abstract

The European Higher Education Area (EHEA) recommends the use of new strategies and methodologies in the teaching-learning process. All these strategies include the concept of 'learning to learn', i.e, they define how to learn by the acquisition of skills, abilities, knowledge and behaviors that individuals acquire, and allow them to continue learning by themselves,. There are different approaches to classify the learning, highlighting the difference between holistic learning and serialist learning, and the approach that understands that learning can be superficial, deep or strategic. Development of degrees syllabus in the EHEA is essential to implement different teaching methodologies that promote educational innovation to serve transition from a traditional model, in which the learning protagonist is the teacher, toward a model where students become active parts of their own learning. As new degrees are based on acquiring skills, the framework of competencies encompasses three areas: knowing to know, knowing to do and knowing to be, that is, knowledge, skills and behaviour. However, the skills should be evaluated not only with the quantification of the knowledge, nor the result of a summative assessment, because the evaluation should not serve only to assess but also as an opportunity to learn. Therefore, traditional assessment systems should be adapted to the requirements of the new Higher Education system. Formative assessment as an assessment methodology is the process that guides the students through continuous assessment and allows them to detect their weaker points in order to strengthen them. This work focuses on the application of formative assessment in Engineering Schools proposing a methodology to facilitate its application and analyzing its impact through statistical analysis. The results of the experiments let us conclude that the use of formative assessment has a positive impact on engineering students learning.

Índice General

Agradecimientos	V
Resumen	VII
Abstract	IX
Índice General	XI
Índice de Figuras	XIII
Índice de Tablas	XVII
1 INTRODUCCIÓN	2
2 OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo General	6
2.2 Objetivos Específicos	6
3 EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR	10
3.1 Antecedentes	10
3.1.1 Declaración de Bolonia.	11
3.1.2 Plan estratégico para el 2020	14
3.1.3 Proyecto Tuning	15
3.1.4 EEES en la Ingeniería	16
3.2 El Sistema Educativo Universitario Español	19
3.2.1 Antecedentes	19
3.2.2 Legislación del sistema universitario	23
3.2.3 Sistema universitario	24
3.3 Garantía de Calidad del Sistema Educativo Universitario	28
3.4 Los estudiantes	30
3.4.1 Educación multicultural	30
3.4.2 Ratio estudiante-profesor	33
3.5 Los estudiantes de titulaciones de Ingeniería	35
4 EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	40
4.1 El Aprendizaje	40
4.1.1 Concepto de Aprendizaje	40
4.1.2 Competencias	41
4.2 Proceso de Enseñanza-Aprendizaje	44
4.2.1 Recursos humanos	44
4.2.2 Enfoques de aprendizaje	45
4.2.3 Taxonomía de los enfoques de aprendizaje	46
4.3 Modalidades de enseñanza-aprendizaje	48
4.3.1 Modalidades organizativas	49

4.4	Metodologías didácticas	49
4.4.1	Metodologías Aplicadas en la Enseñanza Universitaria	53
4.5	Sistemas de Evaluación	62
4.5.1	Implicación de la Evaluación en el Espacio Europeo de Educación Superior	62
4.5.2	Concepto de Evaluación	62
4.5.3	Terminología asociada	63
4.5.4	Cualificación y competencia	64
5	EVALUACIÓN FORMATIVA	70
5.1	Instrumentos para la evaluación formativa	70
5.1.1	Instrumentos de evaluación basados en la observación	70
5.1.2	Instrumentos de evaluación basados en la comunicación escrita	71
5.1.3	Instrumentos de evaluación basados en la comunicación verbal	74
6	IDONEIDAD DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA EN TITULACIONES DE INGENIERÍA	78
6.1	Introducción	78
6.2	Asignatura: Generación Eléctrica	78
6.2.1	Contexto	78
6.2.2	Objetivos del estudio de la asignatura	80
6.2.3	Metodología	80
6.2.4	Presentación de resultados	81
6.2.5	Análisis de los resultados obtenidos	89
6.2.6	Conclusiones	94
6.3	Asignatura: Electrotecnia General	95
6.3.1	Contexto	95
6.3.2	Objetivos del estudio de la asignatura	96
6.3.3	Metodología	97
6.3.4	Presentación de resultados	98
6.3.5	Análisis de los resultados obtenidos	105
6.3.6	Conclusiones	138
7	CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS DE TRABAJO	140
8	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	144
9	ANEXOS	161
	Anexo A. European Qualifications Framework-Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (EQF-MEC)	161
	Anexo B. Gráficas de la Evolución de los alumnos entre la primera y la última experiencia	162

Índice de Figuras

<i>Figura 3.1- Evolución matriculados universitarios en España (1985-2012). Fuente: UNESCO-OCDE-Eurostat (UOE) recopilación de datos sobre estadísticas de educación, compilado sobre la base de fuentes administrativas nacionales, reportados por los Ministerios de Educación o las Oficinas Nacionales de Estadística.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3.2- Tasa de matriculación 1995. (15-19 años) Bachillerato. (20-29 años) Universidad. Fuente: OECD (2015), Enrolment rate (indicator). doi: 10.1787/1d7e7216-en (Accessed on 16 August 2015)</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3.3- Tasa de matriculación 2012. (15-19 años) Bachillerato. (20-29 años) Universidad. Fuente: OECD (2015), Enrolment rate (indicator). doi: 10.1787/1d7e7216-en (Accessed on 16 August 2015)</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3.4- Sistema Europeo de Educación Superior. Fuente: Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE).....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 3.5- Universidades en el sistema educativo español en el curso 2014/15. Fuente: Fuente: Estadística de Universidades, Centros y Titulaciones. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)</i>	<i>27</i>
<i>Figura 3.6.- Países con mayor número de estudiantes erasmus españoles y su distribución por ámbito de estudio. Curso 2012-2013. Fuente: Anuario estadístico del programa Erasmus e Informe intermedio presentado por las instituciones. Servicio español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE)..</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3.7.-Estudiantes Erasmus españoles por país de destino. Curso 2012-2013. Fuente: Anuario estadístico del programa Erasmus e Informe intermedio presentado por las instituciones. Servicio español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE).....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 3.8.-Distribución de los estudiantes extranjeros matriculados en grado y titulaciones prebolonia por CCAA receptora. Curso 2013-2014. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 3.9.-Ratio de profesor/estudiantes en universidades públicas presenciales por rama de enseñanza. Curso 2012/13. Fuente: Estadística de Personal de las Universidades. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 3.10.- Nota de corte de los títulos de grado en Universidades públicas por rama de enseñanza, referido al curso 2013/14. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3.11.- Evolución del número de estudiantes universitarios matriculados por rama de enseñanza desde el curso académico 1993/94 al 2013/14. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 3.12.- Evolución de la matrícula de los estudiantes de grado y titulaciones a extinguir por rama, desde el curso académico 2007/08 al 2013/14. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 3.13.- Distribución de los estudiantes egresados por rama de enseñanza desde el curso académico 2002/03 al 2012/13. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)</i>	<i>37</i>
<i>Figura 4.1- Jerarquía de los niveles de la taxonomía de Bloom.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4.2- Requisitos de la clase magistral participativa</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.3- Errores de la clase magistral participativa (CMP)</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.4- Distintas plataformas virtuales. Fuente Macías (2010)</i>	<i>58</i>
<i>Figura 6.1- Escala de Valoración utilizada para la evaluación de la exposición oral de los trabajos. Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de Ángel Pérez-Pueyo 2015. Sistemas de evaluación y calificación de la asignatura “Fundamentos de los Contenidos de la Educación Física” del Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (A. Pérez-Pueyo, 2015a)</i>	<i>84</i>

Figura 6.2- Escala de Valoración utilizada para la evaluación de la selección de referencias bibliográficas.	86
Figura 6.3- Escala de Valoración utilizada para la evaluación de los trabajos escritos.	89
Figura 6.4- Relación entre evaluación Profesor (P)-Alumno (A)	90
Figura 6.5- Gráfico de notas, guion, bibliografía y exposición	92
Figura 6.6- Gráfico de cajas con la evolución de las calificaciones.	93
Figura 6.7- Análisis discriminante. Fuente "Identificación de clases de comportamiento en procesos industriales". Dr. Manuel Castejón Limas.	105
Figura 6.8- Análisis clúster. Fuente: "Identificación de clases de comportamiento en procesos industriales". Dr. Manuel Castejón Limas.	106
Figura 6.9- Gráfico que muestra la existencia de tres clases de individuos.	108
Figura 6.10. Gráfico de proyección Sammon para la distribución en clases.	109
Figura 6.11- Gráfico LDA de las tres clases.	110
Figura 6.12- Proyección Sammon de las clases diferentes	111
Figura 6.13- Gráfico perfiles-grupos de la exposición inicial	112
Figura 6.14- Gráfico perfiles-grupos de la exposición final	117
Figura 6.15- Evolución positiva de un alumno, del grupo 2 al grupo 1.	123
Figura 6.16- Evolución positiva de un alumno, del grupo 3 al grupo 2.	124
Figura 6.17- Alumno que permanece en la misma clase, clase 1	125
Figura 6.18- Alumno que evoluciona dentro de la clase 2	126
Figura 6.19- Alumno que involuciona de la clase 1 a la 2.	127
Figura 6.20- Gráfico de las tres clases en el conjunto de datos.	131
Figura 6.21- Gráfico del histograma de las clases. Calificación Cluster.	132
Figura 6.22- Gráfico de los perfiles de cada clase con respecto a la calificación final.	133
Figura 9.1- LDA de la evolución del alumno 1	162
Figura 9.2- LDA de la evolución del alumno 2	163
Figura 9.3- LDA de la evolución del alumno 3	164
Figura 9.4- LDA de la evolución del alumno 4	165
Figura 9.5- LDA de la evolución del alumno 5	166
Figura 9.6- LDA de la evolución del alumno 6	167
Figura 9.7- LDA de la evolución del alumno 7	168
Figura 9.8- LDA de la evolución del alumno 8	169
Figura 9.9- LDA de la evolución del alumno 9	170
Figura 9.10- LDA de la evolución del alumno 10	171
Figura 9.11- LDA de la evolución del alumno 11	172
Figura 9.12- LDA de la evolución del alumno 12	173
Figura 9.13- LDA de la evolución del alumno 13	174
Figura 9.14- LDA de la evolución del alumno 14	175
Figura 9.15- LDA de la evolución del alumno 15	176
Figura 9.16- LDA de la evolución del alumno 16	177
Figura 9.17- LDA de la evolución del alumno 17	178
Figura 9.18- LDA de la evolución del alumno 18	179
Figura 9.19- LDA de la evolución del alumno 19	180
Figura 9.20- LDA de la evolución del alumno 20	181
Figura 9.21- LDA de la evolución del alumno 21	182
Figura 9.22- LDA de la evolución del alumno 22	183
Figura 9.23- LDA de la evolución del alumno 23	184
Figura 9.24- LDA de la evolución del alumno 24	185
Figura 9.25- LDA de la evolución del alumno 25	186
Figura 9.26- LDA de la evolución del alumno 26	187

Figura 9.27- LDA de la evolución del alumno 27 188
Figura 9.28- LDA de la evolución del alumno 28 189
Figura 9.29- LDA de la evolución del alumno 29 190
Figura 9.30- LDA de la evolución del alumno 30 191
Figura 9.31- LDA de la evolución del alumno 31 192
Figura 9.32- LDA de la evolución del alumno 193

Índice de Tablas

<i>Tabla 3.1. Conferencias ministeriales organizadas para evaluar los progresos en el EEES. Fuente http://www.ehea.info/.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 6.1- Recopilación de la bibliografía. Fuente: Ángel Pérez Pueyo 2015. Sistemas de evaluación y calificación de la asignatura “Fundamentos de los Contenidos de la Educación Física” del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 6.2- Resultados obtenidos en la experiencia de la asignatura 1.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 6.3- Matriz de correlación. Valores en correlación remarcada. Valores $\geq 0,60$ y < 1.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 6.4- Resultados obtenidos en la experiencia de la asignatura.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 6.5- Valores obtenidos por cada alumno en cada indicador de la Escala de Valoración utilizada para la exposición oral inicial del guion.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 6.6- Valores obtenidos por cada alumno en cada indicador de la Escala de Valoración utilizada para la exposición final del trabajo.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 6.7- Calificaciones finales de la asignatura por alumno.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 6.8- Nomenclatura. Reformulación de los distintos indicadores-tipo de evaluación.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 6.9- Valores de las variables iniciales según el eje LD1.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 6.10- Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD1.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 6.11- Valores de las variables Iniciales según el eje LD2.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 6.12- Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD2.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 6.13- Valores de las variables finales según el eje LD1.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 6.14- Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD1.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 6.15- Valores de las variables finales según el eje LD2.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 6.16- Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD2.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 6.17- Respuestas valoraciones generales del proceso.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 6.18- Encuesta sobre la experiencia de la Evaluación Formativa en el grupo de alumnos.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 6.19- Nomenclatura de las variables según los criterios de calificación de la asignatura.....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 6.20- Correlación de la clase 1 con los indicadores.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 6.21- Correlación de la clase 2 con los indicadores.....</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 6.22- Correlación de la clase 3 con los indicadores.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 9.1.- Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (EQF). Fuente: Comisión Europea.....</i>	<i>161</i>

INTRODUCCIÓN



1 INTRODUCCIÓN

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y su adaptación al contexto educativo español, ha supuesto innumerables cambios en el proceso formativo, tanto para el alumnado, como para los docentes. La aparición de un conjunto de competencias a adquirir, por parte de los alumnos que cursan estudios conducentes al posterior desarrollo de una profesión reglada y con atribuciones, conlleva la necesidad de asegurar el cumplimiento de esta premisa. Esto conduce de modo natural a la necesidad, por parte del docente, de evidenciar la adquisición de las competencias correspondientes a las asignaturas en las que participa.

La implantación de nuevas titulaciones de Grado y Máster, ha conllevado una dinámica en la búsqueda de metodologías de innovación en las aulas universitarias. La Declaración de Bolonia (Benito & Cruz, 2005) ha promulgado la reforma de las estructuras de los sistemas de educación superior de manera convergente, instando al desarrollo del EEES.

Con la aparición del EEES, el concepto de competencia ha sido ampliamente explicado y definido por distintos autores (Bozu & Canto Herrera, 2009; Perrenoud, 2004). Una de las definiciones de competencia más aceptada es “un constructo molar que nos sirve para referirnos al conjunto de conocimientos y habilidades que los sujetos necesitamos para desarrollar algún tipo de actividad” (M. Á Zabalza Beraza, 2003). Este nuevo escenario nos traslada la necesidad de realizar el sistema de Evaluación por competencias (Cano, 2008). Esto supone un cambio drástico en el conjunto de herramientas a disposición, tanto del profesor, como del alumno; siendo las más ponderadas aquellas basadas en rúbricas orientadas a la identificación de los aspectos formativos y su relación con las competencias relacionadas y propias de las asignaturas.

Según Rueda Beltrán (2009) “se advierte que el intento por evaluar las competencias docentes es consecuencia obligada de adoptar el modelo de enseñanza por competencias que conlleva la incorporación de acciones distintas, tanto para los maestros como para los estudiantes y que efectivamente la evaluación de las competencias docentes puede resultar un elemento muy importante en el desarrollo y puesta a prueba de este modelo”.

Todo esto compone los ejes fundamentales del currículo universitario (Goñi Zabala, 2005) y nos lleva a realizar un ejercicio de reflexión sobre cómo realizar, de la mejor forma posible, la adquisición de las competencias de cada asignatura, por parte del alumnado, en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Del uso de rúbrica y escalas de valoración, se puede desprender conocimiento oculto, a priori, relativo a cuales son las carencias principales de los alumnos que cursan las distintas asignaturas. Para extraer este conocimiento oculto, existen técnicas pertenecientes al campo de la Minería de Datos, algunas de las cuales son de especial utilidad en el desarrollo de los trabajos de investigación correspondientes a este trabajo.

De especial relevancia pueden ser las relativas al escalado multidimensional (MDS, *Multi-Dimensional Scaling*) (Davison, 1983; Zhang, Cheng, & Boutaba, 2010), como por ejemplo, las proyecciones Sammon (De Ridder & Duin, 1997) u otras derivadas del Análisis

Discriminante, véanse, las proyecciones de Fisher (Liang, Zhang, & Shi, 2006) o *Projection Pursuit* (Calò, 2007). Adicionalmente, tienen utilidad las técnicas correspondientes a la agrupación taxonómica o grupal, comúnmente denominadas Análisis Clúster (Gordon, 1999).

Las tareas realizadas a lo largo de este trabajo comprenden, por su propia naturaleza e inclinación hacia los aspectos docentes de los procesos formativos, el estudio de las principales didácticas y metodologías utilizadas en las materias tecnológicas. Es sin duda un campo poco explorado, frente a otras especialidades, en cuanto a didáctica, que requiere de una reflexión profunda y estrategias particulares.

Dentro de las distintas metodologías existentes en el panorama educativo actual, (De Miguel Díaz et al., 2006) la realización y exposición de trabajos se manifiesta como una de las más utilizadas por los docentes en todo los niveles educativos. Si bien esta metodología ha sido tratada hace mucho tiempo, su aplicación, ejecución y posterior evaluación no han evolucionado en la misma línea que otras metodologías. Esta metodología refleja muy claramente la puesta en escena de parte de las competencias que incluyen las asignaturas de los títulos universitarios. En este sentido, los estudiantes suelen manifestar su desorientación a la hora de valorar en qué medida merecen una calificación u otra, e incluso cómo pueden mejorar y obtener mayor puntuación sobre lo presentado; repitiéndose, las mismas incertidumbres, una y otra vez, en los sucesivos trabajos realizados a lo largo de su vida de estudiante.

La realización de trabajos, ya sea en grupo o de forma individual, representa para el estudiante una gran oportunidad de aprender a aprender, el estudiante debe enfrentarse a retos de búsqueda y síntesis de información que le formarán para ejercer su profesión en cualquiera de los campos que posteriormente desarrolle en su vida laboral. Los trabajos suponen para el alumno un aprendizaje exhaustivo de la materia tratada, mucho mayor que cuando el aprendizaje es dirigido, relatado y guiado de forma externa.

Para realizar la evaluación de los trabajos podemos seleccionar entre varias herramientas e instrumentos. En cuanto a la evaluación referida a la enseñanza universitaria, podemos encontrar diversos autores que desarrollan numerosas herramientas de trabajo y diferentes metodologías (Benito Capa & Bonson, 2005; Díaz-Barriga Arceo & Hernández Rojas, 2002; Rosales & López, 1990). Dentro de estas herramientas, la evaluación formativa como indica la Red de Evaluación Formativa en la Docencia Universitaria (López-Pastor, 2009), desarrolla sistemas e instrumentos de evaluación en la docencia universitaria y la incorporación de metodologías docentes, potenciadoras del aprendizaje autónomo del estudiante universitario.

La metodología que se ha utilizado para la realización de este trabajo es la Evaluación Formativa (Hamodi, López-Pastor, & López-Pastor, 2015; Á Pérez-Pueyo et al., 2008), que ha de ser (Hamodi et al., 2015):

- **Formadora:** el alumnado aprende durante el proceso.
- **Reguladora:** permite mejorar cuestiones referentes al proceso de enseñanza-aprendizaje.

- **Pedagógica:** permite conocer el progreso del alumnado.
- **Comunicadora:** se produce una retroalimentación entre alumnado-profesorado, profesorado-profesorado y alumnado-alumnado.
- **Ambientadora:** crea un ambiente académico determinado.

Según define López-Pastor *“La Evaluación formativa es una estrategia de evaluación dirigida a promover la autorreflexión y el control sobre el propio aprendizaje”* (López-Pastor, 2012; López-Pastor, 2009). No debemos confundir la “evaluación formativa” con la “evaluación continua”. Existen diferentes experiencias publicadas sobre la puesta en marcha de la Evaluación Formativa (M. González et al., 2013; López-Pastor et al., 2006; Á Pérez-Pueyo et al., 2008) en las cuales nos apoyamos para elaborar el presente trabajo.

OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 *Objetivo General*

El objetivo general de este trabajo es estudiar y modelizar los resultados obtenidos al aplicar la metodología de evaluación formativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el entorno educativo del EEES aplicado en campo de las escuelas de ingeniería.

2.2 *Objetivos Específicos*

Entre los objetivos planteados al inicio de este trabajo podemos enunciar los siguientes:

- Desarrollar un análisis de las principales didácticas y metodologías utilizadas en el campo de las enseñanzas tecnológicas
- Revisar la bibliografía existente sobre las metodologías aplicadas en el proceso enseñanza-aprendizaje en el EEES.
- Explorar sobre los conceptos relacionados con los distintos modelos de evaluación catalogados para la evaluación en el entorno EEES.
- Aplicar la evaluación formativa en asignaturas de titulaciones de ingeniería, registrando los datos obtenidos para valorar y cuantificar el grado de adquisición de competencias alcanzado por los estudiantes objeto de análisis.
- Desarrollar un conjunto de indicadores, a modo de escalas de valoración, que faciliten información acerca de la adquisición de las competencias, por parte de los alumnos, de las asignaturas sujetas a estudio.
- Analizar los datos obtenidos utilizando técnicas de minería de datos para extraer reglas.
- Desarrollar un sistema de monitorización basado en las reglas obtenidas que permitan la visualización de la trayectoria del alumno en un mapa de adquisición de competencias.
- Desarrollar un protocolo de actuación y las herramientas necesarias para la transferencia del modelo experimentado, a otras asignaturas de titulaciones similares.
- Mejorar los resultados académicos de los alumnos y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.
- Conseguir con esta metodología que el alumnado sea consciente de la evolución de su propio aprendizaje, que trabaje de forma autónoma, que promueva el espíritu crítico y que sea parte activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- Extraer conclusiones para la mejora de las carencias detectadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y su posterior evolución de acuerdo a las métricas obtenidas con el sistema de monitorización.
- Proponer de acciones de mejora en la metodología didáctica aplicada a las asignaturas tecnológicas.



**EL ESPACIO EUROPEO
DE EDUCACIÓN
SUPERIOR**

3 EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

3.1 Antecedentes

Los cambios acaecidos con la implantación del EEES obligan a plantear nuevas estrategias en el proceso de enseñanza aprendizaje. El nuevo planteamiento se desarrolla en la obtención de competencias, entendiéndose estas como adquisición de habilidades, capacidades y aptitudes para el desenvolvimiento profesional en los distintos contextos que se puedan presentar (Fernández-Saliner Miguel, 2008; Gimeno Sacristán, 2009; Perrenoud, 2004; M. Á Zabalza Beraza, 2003).

Este nuevo panorama obliga a realizar cambios del proceso de aprendizaje y, cómo no, a la realización de un proceso de evaluación que no se limite a la cuantificación de unos resultados de contenidos aprendidos. Generalmente, los contenidos son obtenidos como consecuencia de un enfoque superficial de aprendizaje en el que el estudiante centra su objetivo en aprobar un examen y obtener un resultado sujeto a una evaluación sumativa. Algunos autores critican este fin, que utiliza los exámenes con un único objetivo para la calificación y control (Gibbs, 2003; López-Pastor et al., 2006; Santos Guerra, 1999).

En el trabajo realizado por Biggs (2005) se da un gran valor al proceso de revisión final, entendiéndose que resulta mucho más formativo el diálogo (tanto para el estudiante como para el docente), si éste se centra sobre escalas de valoración cualitativas elaboradas a tal fin por el profesor.

Con calificaciones cuantitativas toda controversia sobre la calificación se convierte en quejas por insignificancias para conseguir algún punto más, siendo esto degradante tanto para el estudiante como para el profesor. Con las calificaciones cualitativas la disputa sobre la calificación se convierte en un seminario individual con el alumno sobre la naturaleza de su aprendizaje y su nivel de comprensión, lo cual es mucho más fructífero y significativo, en el que puede aprenderse algo nuevo.

Las nuevas condiciones del ámbito profesional actual y futuro obligan, en cierta medida, a reflexionar sobre otros enfoques de aprendizaje de alto rendimiento para lograr motivar y cuyo principal exponente es la consecución de un **logro** (Arias et al., 2000; Eisman et al., 2001). Para ello se utilizan métodos de organización de tiempos, organización de espacios y dominio de las materias con los que el estudiante sea capaz de realizar una autovaloración de sus propios resultados. Esta nueva estructura busca la adquisición de competencias propias de la asignatura con un enorme valor añadido: motivar y desarrollar la capacidad de construir aprendizajes de forma autónoma, es decir, aprender a aprender. En este paradigma surge la necesidad de un nuevo espacio educativo, así surge el EEES, que tiene su punto de partida en la declaración de Bolonia. A continuación exponemos los principios del EEES y cómo modifica el escenario de la enseñanza superior en el cual nos encontramos inmersos.

3.1.1 Declaración de Bolonia.

La Declaración de Bolonia <http://www.ehea.info/> (*Declaración de Bolonia. Web oficial proceso Bolonia.2015*) es una promesa de 29 países para reformar las estructuras de los sistemas de educación superior de manera convergente. Según esta declaración, el objetivo fundamental es facilitar la movilidad de estudiantes, profesores y titulados entre todos los países miembros. Para los estudiantes el objetivo es que prosigan sus estudios, si así lo desean, en otra universidad del sistema; para el profesorado, generar programas de intercambio; y para los trabajadores con formación superior, facilitar la movilidad internacional.

El 25 de mayo de 1998, los Ministros de Educación de Francia, Alemania, Italia y Reino Unido firmaron la Declaración de Sorbona instando al desarrollo de un "Espacio Europeo de Educación Superior". Se celebra una nueva Conferencia, que dará lugar a la Declaración de Bolonia el 19 de junio de 1999. Esta Declaración es suscrita por 29 Estados europeos.

Entre 1999 y 2010 todos los esfuerzos de los miembros del Proceso de Bolonia fueron dirigidos a la creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que se hizo realidad con la Declaración de Budapest-Viena de marzo de 2010. La Declaración de Bolonia sienta las bases para la construcción de un "Espacio Europeo de Educación Superior", organizado conforme a ciertos principios (calidad, movilidad, diversidad, competitividad) y orientado hacia la consecución entre otros de dos objetivos estratégicos: el incremento del empleo en la Unión Europea y la conversión del sistema Europeo de Formación Superior en un foco de atracción para estudiantes y profesores de otras partes del mundo.

La **Declaración de Bolonia** recoge los siguientes seis objetivos:

- Adoptar un sistema fácilmente legible y comparable de titulaciones, mediante la implantación, entre otras cuestiones, de un Suplemento al Título.
- Adoptar un sistema basado, fundamentalmente, en dos ciclos principales.
- Establecer un sistema de créditos, como el sistema ECTS.
- Promocionar la cooperación Europea para asegurar un nivel de calidad en el desarrollo de criterios y metodologías comparables.
- Promocionar una necesaria dimensión Europea en la educación superior con particular énfasis en el desarrollo curricular.
- Promocionar la movilidad y eliminación de obstáculos para los estudiantes, profesores y personal administrativo de las universidades y otras Instituciones de enseñanza superior europea.

Se establece un sistema de créditos ECTS (*European Credit Transfer System*) y el Suplemento al Título (Real Decreto 1044/2003) así como el Marco de Cualificaciones para el EEES (informe 2007) y los Criterios y Directrices para la garantía de la Calidad en el EEES. La Declaración establece un plazo hasta 2010 para la realización del EEES, con fases bienales de realización, cada una de las cuales terminan con la correspondiente Conferencia Ministerial que revisa lo conseguido y establece directrices para el futuro.

Los comunicados de Praga (2001), Berlín (2003), Bergen (2005), Londres (2007), Lovaina (2009), Budapest y Viena (2010) y Bucarest (2012) correspondientes a las reuniones de ministros, realizan el seguimiento de este proceso, analizan lo conseguido hasta cada momento y establecen directrices para trabajos futuros.

Tabla 3.1. Conferencias ministeriales organizadas para evaluar los progresos en el EEES. Fuente <http://www.ehea.info/>

<i>Ciudad</i>	<i>Fecha</i>	<i>Año</i>
Bologna	18-19 June	1999
Prague	18-19 May	2001
Berlin	18-19 September	2003
Bergen	19-20 May	2005
London	17-18 May	2007
Leuven/Louvain-la-Neuve	28-29 April	2009
Budapest/Vienna	10-12 March	2010
Bucharest	26-27 April	2012
Yerevan	14-15 May	2015

La primera conferencia de seguimiento del proceso de Bolonia tuvo lugar en Praga, en mayo de 2001. En ella los Ministros adoptaron un Comunicado que respalda las actuaciones realizadas hasta la fecha, señala los pasos a seguir en el futuro, y admite a Croacia, Chipre y Turquía, como nuevos miembros del proceso. Los ministros participantes se comprometieron a asegurar el futuro desarrollo de la garantía de calidad y el desarrollo de los marcos nacionales de cualificaciones. Además, es importante mencionar que la dimensión social se introdujo por primera vez en el **Comunicado de Praga**.

La siguiente Conferencia Ministerial tuvo lugar en Berlín, en **2003**. El **Comunicado de Berlín** amplía el número de países a 40 miembros. Las principales disposiciones de este Comunicado tratan de una expansión de los objetivos, en cuanto a la promoción de la vinculación de EEES a la investigación, así como la promoción de la garantía de calidad. Otro aspecto importante del Comunicado de Berlín se refiere al establecimiento de las estructuras de seguimiento que apoyan el proceso entre dos reuniones ministeriales. Este acuerdo estableció el seguimiento de Bolonia creando el *Bologna Follow-up Group (BFUG)*, Grupo de Seguimiento de Bolonia, la Junta y la Secretaría de Bolonia. Con este comunicado, los ministros acuerdan no crear una estructura nacional de seguimiento por cada país participante.

El **Comunicado de Bergen**, de **2005**, recalcó la importancia de las asociaciones, de los estudiantes, de instituciones, de personal académico y empleador, así como la investigación, sobre todo en lo que respecta a los programas de doctorado. Además, destacó la voluntad de proporcionar una educación superior más accesible, junto con un mayor atractivo del EEES a otros países del mundo.

Con el **Comunicado de Londres**, de **2007**, el número de países participantes se amplió a 46. En este comunicado se evaluaron los progresos realizados hasta ese momento, en relación con la movilidad, estructura de los estudios, reconocimiento, cualificaciones, aprendizaje permanente, garantía de calidad y dimensión social.

En el **Comunicado de Lovaina**, de **2009**, se establecieron las principales áreas de trabajo para la siguiente década en lo relativo a la dimensión social, el aprendizaje permanente, la empleabilidad, la apertura internacional, la movilidad, la investigación y la innovación; se plantea una nueva orientación al proceso de Bolonia, aportando un enfoque más profundo. Otro cambio se refirió al procedimiento para regular la presidencia del Proceso de Bolonia. Hasta entonces el proceso había sido presidido por el país que ejercía la presidencia de la Unión Europea (UE); a partir de ese momento el proceso será presidido por dos países; el país que ejerce la presidencia de la UE y un país no perteneciente a la UE, comenzando desde el 1 de julio del 2010.

La siguiente conferencia Ministerial tuvo lugar sólo un año después, en marzo de **2010**. Se realizó en **Budapest-Viena** y fue una Conferencia Aniversario, celebrando una década del proceso de Bolonia. En este momento tuvo lugar el lanzamiento oficial del EEES, lo cual significa que, en términos de un marco europeo común, el objetivo establecido en la Declaración de Bolonia se cumplió. A partir de ese momento, podemos decir que el proceso de Bolonia y el EEES, entraron en una nueva fase, la consolidación y puesta en funcionamiento. A partir de la Conferencia de Budapest-Viena, el Espacio Europeo se amplía a 47 países, el nuevo estado es Kazajstán.

El principal mensaje de la **Conferencia Ministerial de Bucarest**, en abril de **2012**, afirma que la reforma de la educación superior puede ayudar a Europa a generar crecimiento sostenible y a fomentar el empleo. Los Ministros acordaron centrarse en tres objetivos principales dentro del contexto de la crisis económica: proporcionar educación superior de calidad a más estudiantes, dotar a los estudiantes de mejores habilidades laborales y aumentar la movilidad de los mismos.

Los 47 países adoptaron una nueva estrategia para aumentar la movilidad, con un objetivo específico: que al menos el 20 por ciento de los graduados en Europa en 2020 debería haber realizado un período de estudio o formación en el extranjero. En la actualidad participan 47 países en el Proceso de Bolonia, una vez reunidas las condiciones y procedimientos de adhesión.

Como ya hemos comentado anteriormente, a lo largo del proceso del Tratado de Bolonia se crea un grupo de trabajo para el seguimiento del mismo. El Grupo de Seguimiento es un órgano establecido por acuerdo de la Conferencia de Ministros, constituido por representantes de los Estados miembros del proceso, normalmente funcionarios de los Ministerios responsables de la Enseñanza Superior de cada país.

El grupo de seguimiento, , **BFUG (Bologna Follow-up Group)**, realiza informes sobre los siguientes temas de interés para el desarrollo del proceso:

- Garantía de calidad y acreditación.

- Reconocimiento de títulos y créditos.
- Desarrollo de titulaciones conjuntas.
- Estructura de titulaciones.
- Dimensiones sociales del proceso de Bolonia.
- Aprendizaje permanente.

El BFUG supervisa el proceso de Bolonia entre las reuniones ministeriales y se reúne al menos una vez cada seis meses, por lo general durante un día y medio. El BFUG tiene la posibilidad de crear grupos de trabajo para tratar en detalle temas específicos.

3.1.2 Plan estratégico para el 2020

El Proceso de Bolonia forma parte de los objetivos de Educación y Formación 2020 y Europa 2020. En la conferencia de Ministros de Bucarest de 2012 se adoptó la *Mobility strategy 2020 for the European Higher Education Area* (EHEA Ministerial Conference Bucharest, 2015). En este manifiesto se fijan los fines y objetivos para llegar al plan estratégico en el 2020: conseguir que el 20% de los graduados en el EEES hayan cursado un periodo de formación fuera de su país de origen. Los ministros proponen, en esta conferencia, las siguientes medidas para implementar la movilidad:

- Estamos de acuerdo en que todos los países miembros desarrollen y pongan en práctica sus propias estrategias de movilidad o políticas, con objetivos concretos de movilidad medibles.
- Reafirmamos nuestro objetivo de movilidad planteado en Lovaina/Louvain-la-Neuve y establecemos objetivos adicionales.
- Trabajamos para abrir sistemas de educación superior y movilidad más equilibrada en el EEES.
- Instamos a los países miembros a lograr un mayor y mejor movilidad del EEES con países de fuera del EEES.
- Tomaremos medidas para eliminar los obstáculos a la movilidad existentes.
- Utilizaremos herramientas de garantía de calidad y transparencia para promover la movilidad de alta calidad dentro y fuera del EEES.
- Abogamos por que los países comuniquen las flexibilidades del marco de Bolonia a las instituciones de educación superior y se restrinja al mínimo la regulación estatal de los estudios.
- Queremos aumentar la movilidad mejorando la información acerca de los programas de educación.

- Mejoraremos la comunicación de los beneficios individuales, institucionales y sociales de los períodos de estancia en el extranjero.

3.1.3 Proyecto Tuning

El proyecto **Tuning** es posterior a la declaración de Bolonia y fue desarrollado inicialmente por **100 universidades** de los países integrantes de la UE, los cuales tratan de comprender y rediseñar los currículos a partir de puntos de referencia comunes para poderlos comparar, con base en el respeto a su autonomía y a su diversidad.

En el verano de 2000, un grupo de universidades europeas aceptó colectivamente el reto formulado en Bolonia y elaboró un proyecto piloto denominado “Tuning”. En la primera fase de **Tuning (2000-2002)**, se desarrolla una metodología con la que diseñar programas de titulaciones partiendo de perfiles y traduciéndolos en resultados de aprendizaje expresados en competencias y vinculados con créditos ECTS basados en el trabajo del estudiante. (J. González & Wagenaar, 2006)

En Noviembre de **2004** el grupo de trabajo del proyecto Tuning estaba ya constituido por **135 universidades europeas**, las áreas temáticas del proyecto son nueve, el grupo de universidades está compuesto por una universidad por país por cada área temática:

- Administración de Empresas.
- Química.
- Ciencias de la Educación.
- Ciencias de la Tierra (Geología).
- Historia.
- Matemáticas.
- Física.
- Enfermería.
- Estudios Europeos.

Cabe destacar que no hay área temática de ingeniería.

Los objetivos del proyecto son:

- Facilitar la **convergencia** en la Educación Superior Europea.
- Crear una base para la **comparabilidad y transparencia**.
- Elaborar puntos de referencia para el **análisis y comparación** de las estructuras de las **titulaciones**.

- **Incentivar a las universidades** a desarrollar sus estrategias no solamente con referencia a los contenidos/conocimientos, sino también a las **competencias generales** y las **específicas** de enseñanza/aprendizaje.

Definidos los objetivos del proyecto, se enumeran a continuación las Líneas de Acción abiertas en el desarrollo del proyecto Tuning:

- **Línea 1:** Definición de *competencias genéricas* para todas las titulaciones.
- **Línea 2:** Definición de *competencias* temáticas *específicas* en cada titulación.
- **Línea 3:** Sistema europeo de créditos ECTS como un sistema de acumulación.
- **Línea 4:** Aproximación a la enseñanza, aprendizaje y evaluación.
- **Línea 5:** Cultura de calidad a nivel de universidad.

3.1.4 EEES en la Ingeniería

La mayor red de instituciones de educación en ingeniería de Europa es la Asociación Europea de Educación en Ingeniería o SEFI – *Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs* (SEFI, 2015). Se trata de una organización internacional no gubernamental establecida en Bélgica en 1973 cuyos objetivos son:

- Contribuir al **desarrollo y la mejora** de la educación en **ingeniería** en Europa.
- **Reforzar** la posición de los profesionales de la ingeniería en la **sociedad**.
- **Proveer servicios** a sus miembros.
- **Promover información** sobre educación en ingeniería y mejorar la comunicación e **intercambios entre profesores, investigadores y estudiantes**.
- Desarrollar **cooperación entre instituciones** de educación superior en ingeniería.
- Promover la **cooperación** entre industria y responsables de la educación en ingeniería.
- **Ser puente** de entre los miembros de SEFI y las organizaciones internacionales.
- Promover la **dimensión europea** en la educación superior en ingeniería.

Esta asociación publica la revista *European Journal of Engineering Education* (EJEE) de la editorial *Taylor & Francis* (Reino Unido), que sirve como boletín oficial de la propia asociación a la par que crea un foro de encuentro entre educadores, instituciones y mercado laboral en el campo de la ingeniería. Es una publicación bimensual que analiza los factores económicos, culturales y sociales que influyen en la formación de los futuros ingenieros.

La SEFI publicó en 2002 el informe *The Implementation of the Bologna Declaration in Higher Engineering Education* (Hedberg, 2002) en el que por primera vez se analiza por países

el impacto de la Declaración de Bolonia en la educación de las Ingenierías en Europa: se vierten opiniones y observaciones, se plantean una serie de preguntas y se recogen por países las respuestas realizadas por miembros representantes de los mismos.

La puesta en marcha del EEES, en ese momento, varía drásticamente de un país a otro, los países más pequeños prestan más atención a lo que se ha firmado en Bolonia que los más grandes, siendo Italia una excepción. Comienza el movimiento hacia un sistema de titulaciones de dos niveles, y pocas universidades y educadores están interesados, incluso en países donde la reforma está teniendo lugar. Analizando, en aquel momento, año 2002, a los cuatro grandes países miembros, observamos que:

- **Italia** ya ha hecho reformas para introducir un sistema de dos niveles en total acuerdo con Bolonia.
- **Gran Bretaña** parece estar satisfecho con su sistema y no hay indicadores de ninguna reforma que se aproxime a la Declaración de Bolonia.
- **Alemania** también ha introducido un sistema de dos niveles, aunque este proceso de reforma se inició mucho antes de la Declaración. El sistema de dos niveles también existirá en paralelo con el antiguo. El cuadro alemán también se complica por la dicotomía Universidad/Escuela Técnica (*Fachhochschule*)
- **Francia** aún no ha comenzado ningún tipo de reforma.

Algunos países ya venían desarrollando un sistema de dos niveles desde hacía algunos años, se pueden agrupar en tres categorías principales:

- Países que han decidido introducir o decidirán probablemente en un futuro próximo un sistema de 3 + 2. En este grupo se encuentran **Dinamarca, Noruega, Islandia, los Países Bajos, Bélgica** (Comunidad flamenca).
- Países en los que se deja la decisión a las Universidades. A esta categoría pertenecen **Austria, Suiza, Eslovaquia, República Checa y Portugal**.
- Países que no han tomado ninguna decisión, el sistema existente prevalecerá por el momento. Esta categoría incluye países como **Francia, Hungría, Rumania y Suecia**.

En ese momento, en España coexistían titulaciones de ingeniería con duración de 3 y de 5 años, y se plantean las opciones del 3+2. En esa época acaba de ser aprobada la LOU (Ley Orgánica de Universidades 6/2001) y el sistema universitario estaba más preocupado de la implantación de la misma que de la Declaración de Bolonia.

Todas las observaciones anteriores se ven reforzadas en el artículo que realiza el mismo autor sobre “El impacto de la Declaración de Bolonia en la Enseñanza de la Ingeniería Europea” (Hedberg, 2003).

En el último comunicado a fecha de la publicación de este trabajo (SEFI, 2012), se vuelve a informar de la evolución de la implantación del EEES en las titulaciones de ingeniería. Destacamos las recomendaciones y compromisos que la asociación realiza:

Recomendaciones:

- Promoción de la **interdisciplinariedad** y la **transdisciplinariedad**:
 - Para los estudiantes, aprender no solo en ingeniería sino también fuera del mundo de la ingeniería. Enfoque en su propia especialidad y en un **contexto más amplio**.
 - Para el personal académico, proporcionar desarrollo de innovación y creatividad dando lugar a conocimientos y habilidades **transdisciplinarias**.

Compromiso:

- Estimular el **espíritu empresarial y la innovación**, objetivo común de las partes interesadas: estudiantes, investigadores, personal académico, ingenieros, empresas y sociedad en general.
- Motivar **programas de movilidad**, no sólo para el aprendizaje formal de actividades, sino también para **nuevas y avanzadas** formas del desarrollo de **competencias**.
- Desarrollar **habilidades empresariales** y fomentar el espíritu emprendedor.
- Ampliar otras habilidades fuera de su campo de estudio.
- Promover **nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje**. Nuevos enfoques para la promoción de la interdisciplinariedad, transdisciplinariedad y la innovación.

3.2 El Sistema Educativo Universitario Español

3.2.1 Antecedentes

La evolución del sistema universitario español ha sido considerable en las últimas décadas, pasando de aproximadamente 800.000 alumnos en 1985 a más de 1.900.000 en 2012. En la (Figura 3.1) se observa una acusada pendiente hasta principios del siglo XXI, adoptando a partir de entonces una evolución más suave. En sólo unas décadas se ha producido un gran revulsivo en el sistema de educación superior, pasando de ser considerado como un sistema elitista a estar masificado. Este hecho ha suscitado gran controversia, tanto en la propia universidad como en la sociedad en general, suscitando debate tanto en aspectos relativos a la calidad como al excesivo número de estudiantes matriculados en el sistema universitario.

En los gráficos que se exponen a continuación se puede comprobar cómo el número de estudiantes universitarios ha aumentado considerablemente en todo el mundo, desde 1995 (Figura 3.2) a 2012 (Figura 3.3), según datos de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Si nos referimos a España podemos ver que la **tasa de matriculación** ha crecido de un 20,6% en 1995 a un 27,9% en 2012. Se define tasa de matriculación o tasa neta de matrícula como el número de alumnos matriculados en todos los niveles de la educación por el tamaño de la población de esa edad.

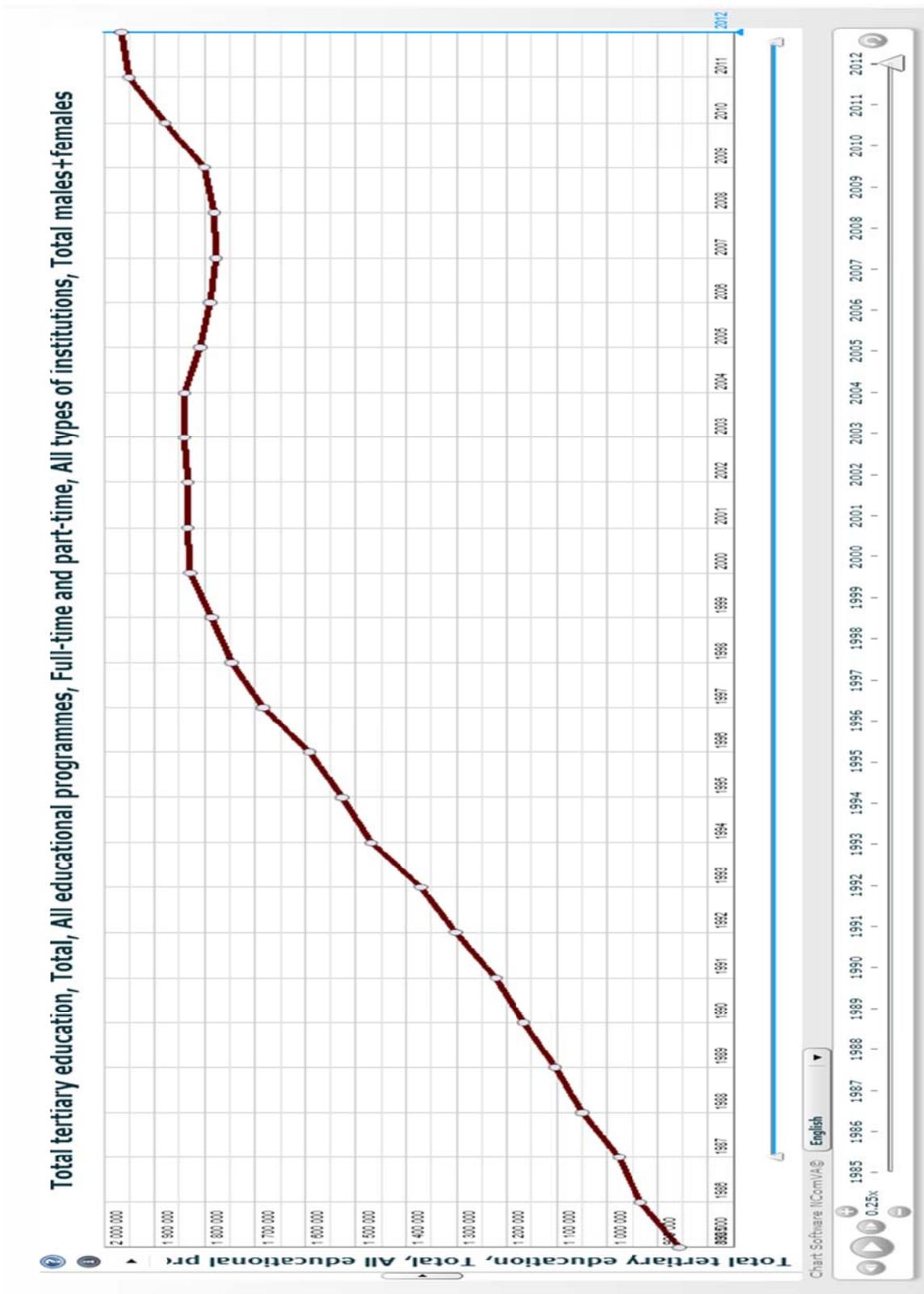


Figura 3.1- Evolución matriculados universitarios en España (1985-2012). Fuente: UNESCO-OCDE-Eurostat (UOE) recopilación de datos sobre estadísticas de educación, compilado sobre la base de fuentes administrativas nacionales, reportados por los Ministerios de Educación o las Oficinas Nacionales de Estadística.

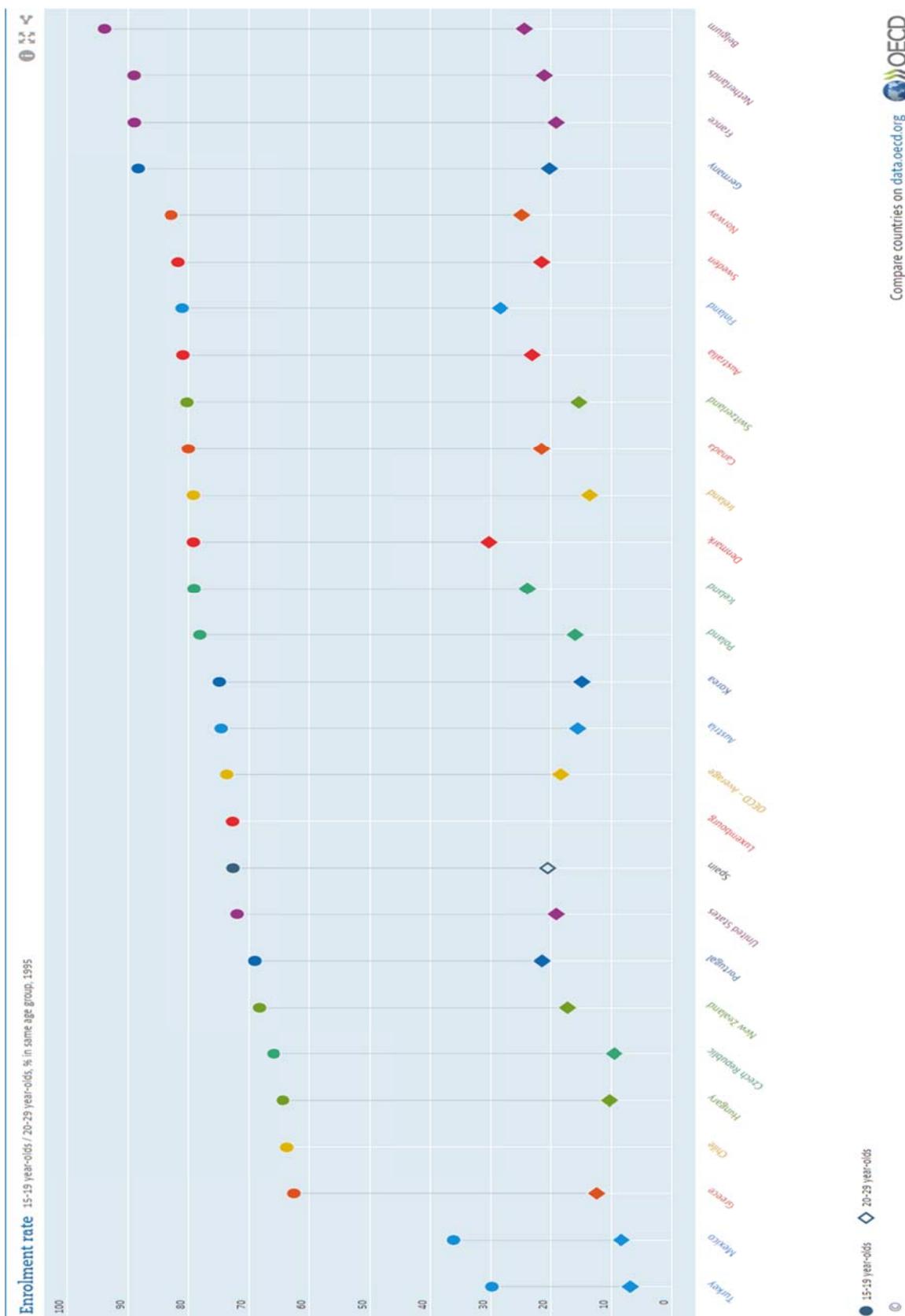


Figura 3.2- Tasa de matriculación 1995. (15-19 años) Bachillerato. (20-29 años) Universidad. Fuente: OECD (2015), Enrolment rate (indicator). doi: 10.1787/1d7e7216-en (Accessed on 16 August 2015)

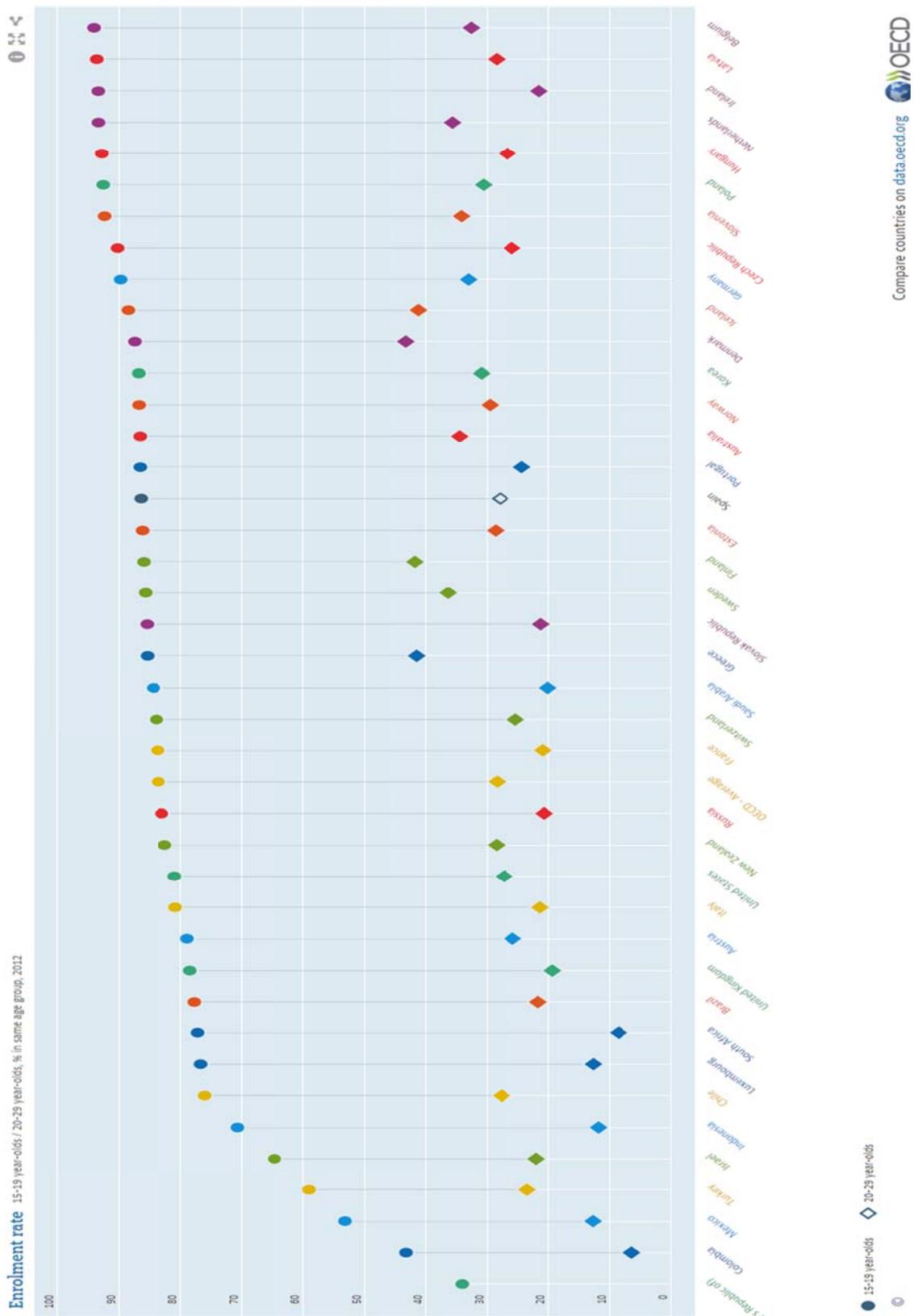


Figura 3.3- Tasa de matriculación 2012. (15-19 años) Bachillerato. (20-29 años) Universidad. Fuente: OECD (2015), Enrolment rate (indicator). doi: 10.1787/1d7e7216-en (Accessed on 16 August 2015)

Se observa también, en estos datos, cómo la tasa de matriculación disminuye en el ratio de 15 a 19 años con respecto al ratio de edades entre 20 y 29 años, pasando de un 86,4% a un 27,9% respectivamente. Esto es consecuencia del paso de la obligatoriedad de la educación en la etapa de la Secundaria al carácter voluntario de la misma en la Educación Universitaria. Además se puede entender una continuidad de estudios preuniversitarios mayor que en el caso del paso decisivo a la universidad.

En todo caso, los datos recogidos para España son similares a los tomados para el resto de países pertenecientes a la OCDE, organismo al que también pertenece España, y que aparecen representados también en la gráfica de la Figura 3.3; moviéndose en los mismos porcentajes en las dos franjas de edades estudiadas. De esto se desprende que el sistema educativo, en cuanto a niveles de matriculación, se mueve en la misma línea que los países de su entorno.

3.2.2 Legislación del sistema universitario

El Sistema Universitario Español está compuesto por dos tipos de universidades: públicas y privadas.

La legislación universitaria está regulada por Leyes y Reales Decretos publicados en el Boletín Oficial del Estado (*BOE.es - Legislación.*):

- **Ley Orgánica 6/2001 de Universidades**, de 21 de diciembre (BOE 24-12-2001)
- **Ley Orgánica 4/2007**, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001 de 21 de diciembre de Universidades (BOE 13-04-2007)
- **Acceso y Admisión:**
 - R.D. 412/2014, de 6 de junio (BOE 7-6 2014) por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado.
 - R.D. 1640/1999, de 22 de octubre (BOE 27-10-1999) modificado y completado por el R.D. 990/2000, de 2 de junio (BOE 03-06-2000) y modificado por el R.D. 1025/2002, de 4 de octubre (BOE 22-10-2002) por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios.
 - R.D. 69/2000, de 21 de enero, por el que se regulan los procedimientos de selección para el ingreso en los centros universitarios de los estudiantes que reúnan los requisitos legales necesarios para el acceso a la universidad (BOE 22-01-2000)
 - R.D. 1742/2003, de 19 de diciembre, por el que se establece la normativa básica para el acceso a los estudios universitarios de carácter oficial (BOE 22-01-2004)
 - R.D. 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los

procedimientos de admisión a las Universidades Públicas Españolas (BOE 24-11-2008)

- Corrección de errores del Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas. (BOE 28-03-09)
- Orden EDU/1434/2009, de 29 de mayo, por la que se actualizan los anexos del Real Decreto 1892/2008 de 14 de noviembre, (BOE 04-06-2009)
- **Equivalencias:**
 - R.D. 1272/2003, de 10 de octubre, por el que se regulan las condiciones para la declaración de equivalencia de títulos españoles de enseñanza superior universitaria o no universitaria a los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. (BOE 24-10-2003)
- **Requisitos para la verificación de los títulos vinculados con profesiones reguladas:**
 - Ingeniero Aeronáutico. Orden CIN/312/2009, de 9 de febrero
 - Ingeniero Técnico Aeronáutico (en la correspondiente especialidad). Orden CIN/308/2009, de 9 de febrero.
 - Ingeniero Industrial. Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero
 - Ingeniero Técnico Industrial (en la correspondiente especialidad). Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero
- Dentro de la Autonomía de las universidades se recoge la expedición de los títulos.

3.2.3 Sistema universitario

Podemos definir el sistema universitario español como la estructura de estudios adaptada a la puesta en marcha del EEES (EHEA, *European Higher Education Area*). El sistema universitario comprende tres niveles formativos: **grado, máster y doctorado**, cuyos títulos tienen validez en todo el EEES, actualmente integrado por 49 países. Tanto el título de Grado como el de Máster están vinculados a las siguientes ramas de conocimiento:

- Artes y Humanidades.
- Ciencias.
- Ciencias de la Salud.
- Ciencias Sociales y Jurídicas.
- Ingeniería y Arquitectura.

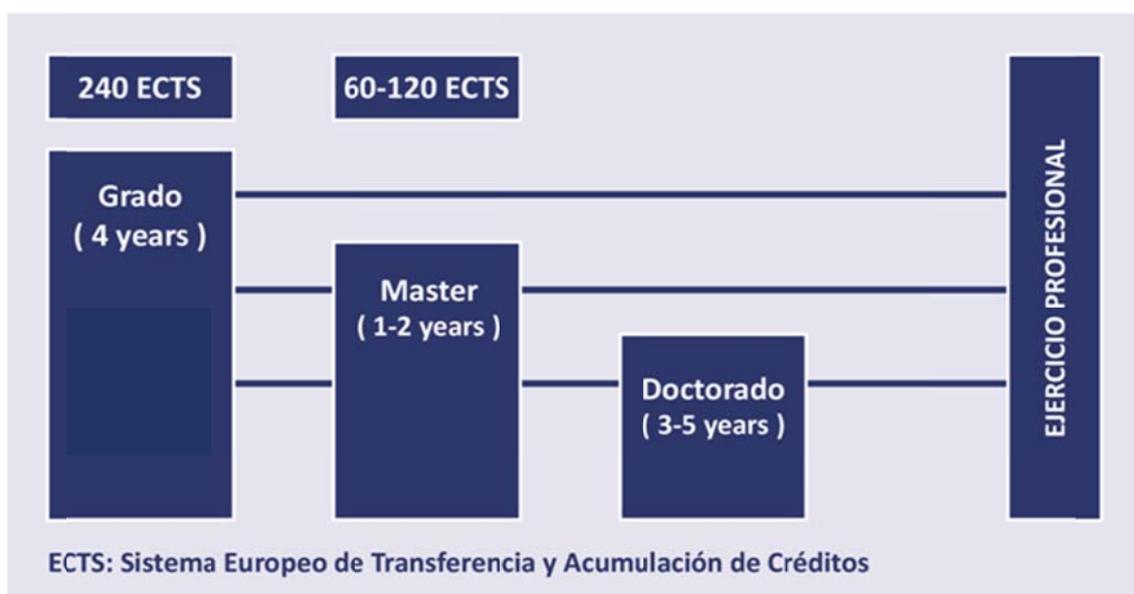


Figura 3.4- Sistema Europeo de Educación Superior. Fuente: Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE)

Los créditos **ECTS** (*European Credit Transfer System*) son el estándar aceptado por todas las universidades del EEES y se fundamentan en el trabajo personal del estudiante. Un crédito ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante.

Niveles educativos:

- **1er Ciclo: Grado**

El título de Grado tiene una duración de cuatro cursos académicos y 240 créditos ECTS, distribuidos en asignaturas de formación básica (mínimo de 60 créditos), asignaturas obligatorias, asignaturas optativas, prácticas externas (máximo de 60 créditos), y Trabajo Fin de Grado (mínimo de 6 créditos y un máximo de 30).

- **2º Ciclo: Máster**

Los títulos de máster tienen una duración de entre uno y dos cursos académicos. Los créditos ECTS de un postgrado o Máster pueden ir de 60 y 120. Las Comisiones de Coordinación de los másteres son las que establecen los criterios para que los estudiantes puedan ser admitidos. Estas comisiones establecen normas y valoraciones de méritos para el ingreso y reconocimiento de créditos de los estudiantes que optan al master.

Los postgrados son títulos universitarios enfocados a la especialización académica y profesional de los estudiantes, y pueden orientar sus programas hacia la profesionalización, la investigación o hacia ambas.

- **3er Ciclo: Doctorado**

Los estudios de doctorado son el nivel más alto en el sistema educativo, con ellos concluye la formación avanzada en las técnicas de investigación.

La investigación en el doctorado finaliza con la defensa pública de un trabajo de investigación original denominado como tesis doctoral. La duración del programa de doctorado tiene un plazo máximo de tres años para estudiantes que se matriculen en modalidad a tiempo completo y de cinco para los que lo hacen a tiempo parcial.

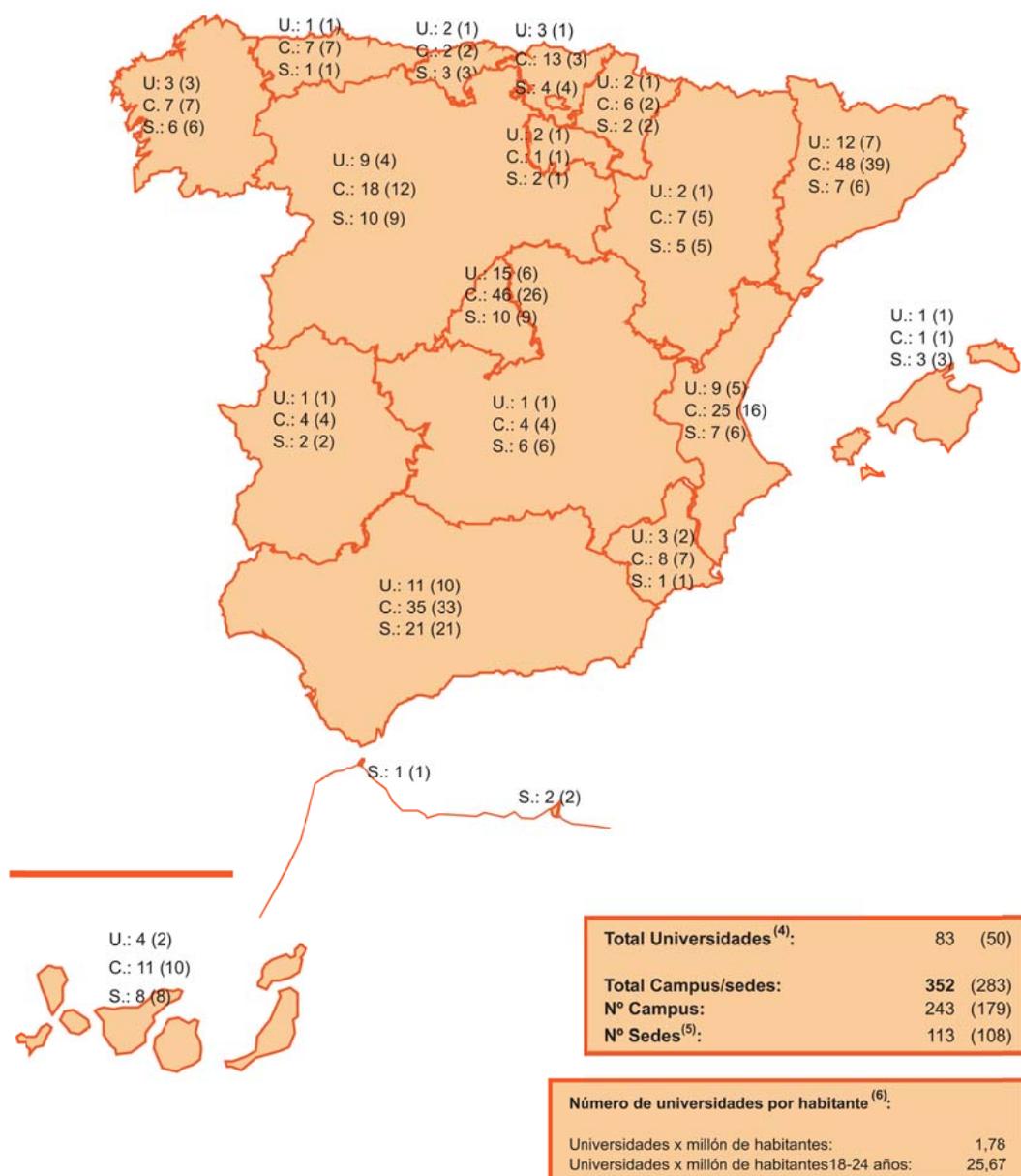
Las universidades han creado Escuelas de Doctorado para desarrollar los programas de doctorado y dirigir la actividad investigadora. Las escuelas tienen por finalidad fomentar y favorecer la relación de los investigadores con otras entidades, tanto de investigación como empresariales, para potenciar la mejora y desarrollo del conocimiento.

El diseño de los planes de estudio que se ha realizado en el EEES combina las siguientes etapas:

- Análisis de necesidades generales de la sociedad a las que va dirigida la titulación.
- Definición de los perfiles académicos y profesionales.
- Elaboración de los resultados de aprendizaje deseados (expresados en términos de competencias genéricas y específicas).
- Selección de estrategias de enseñanza y aprendizaje coherentes con los objetivos.
- Propuesta de sistemas para evaluar y garantizar la calidad del programa.

En la actualidad, el sistema universitario español se distribuye geográficamente y distinguiendo entre universidades (privadas y públicas), campus universitarios y sedes, como se puede apreciar en la Figura 3.5.

Número de Universidades, Campus y Sedes Universitarios ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾. Curso 2014-2015



(1) U: Número de universidades. C: Número de campus de universidades presenciales. S: Número de sedes de universidades no presenciales y especiales.
 (2) Datos provisionales
 (3) Entre paréntesis se recoge el número de universidades públicas y el número de campus y sedes en universidades públicas.
 (4) En el curso 2014-2015 las universidades de titularidad privada Tecnología y Empresa (Madrid) y Fernando Pessoa (Canarias) no tienen actividad académica.
 (5) En la UNED existen 4 sedes en el extranjero y en la UIMP 8, incluidas en el total. La UNIA utiliza como sedes 4 campus de otras universidades
 (6) Fuente: Cifras de población a 1 de enero de 2014. INE
Fuente: Estadística de Universidades, Centros y Titulaciones. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)

Figura 3.5- Universidades en el sistema educativo español en el curso 2014/15. Fuente: Fuente: Estadística de Universidades, Centros y Titulaciones. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)

3.3 Garantía de Calidad del Sistema Educativo Universitario

La calidad tiene que ver con hacer bien lo que hacemos; la universidad para mejorar la calidad del aprendizaje debe indagar sobre el tipo de calidad del aprendizaje al que quiere dirigirse (Bowden & Marton, 2011).

En los años 1994 y 1995, en el Proyecto Piloto Europeo para la Evaluación de la Calidad en la Educación Superior (*European Pilot Project for Evaluating Quality in Higher Education*) empieza a surgir la idea de la creación de una asociación europea para el control de la calidad con el interés de compartir y desarrollar experiencia. (*ENQA | European Association for Quality Assurance in Higher Education.*)

La Red Europea para la Garantía de la Calidad en la Educación Superior (**ENQA**, *European Network for Quality Assurance*) se estableció en el año 2000 para promover la cooperación europea en el ámbito de la garantía de calidad. Esta institución nace a raíz de la Recomendación (98/561/CE, de 24 de septiembre de 1998) y de la Declaración de Bolonia de 1999.

En 2004, la Red se transformó en la Asociación Europea para la Garantía de la Calidad en la Educación Superior (**ENQA**).

El objetivo de ENQA es contribuir de manera significativa al sostenimiento y mejora de la calidad de la educación superior europea, y trabajar para el desarrollo de la garantía de calidad en el Proceso de Bolonia. ENQA es la representante de las organizaciones para la garantía de la calidad de los estados miembros. ENQA tiene 40 miembros de 23 países dentro del EEES y 49 afiliados de 28 países en todo el mundo.

Son miembros de la ENQA de pleno derecho las agencias para la calidad españolas: **AAC-DEVA** - Agencia Andaluza del Conocimiento, Departamento de Evaluación y Acreditación; **ACSUCYL** - Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León; **ACSUG** - Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Galicia; **ANECA** - Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación; **AQU Catalunya** - Universidad catalán Agencia para la Calidad; **FCM** - Fundación para el Conocimiento Madrid; **Unibasq** - Agencia para la Calidad del Sistema Universitario Vasco.

En este segundo nivel de concreción, la primera agencia que se crea es la ANECA, creada el 19 de julio de 2002 por acuerdo de Consejo de Ministros. Posteriormente, en el año 2001, se crea ACSUCYL, agencia de nivel autonómico. La principal función de ACSUCYL es la evaluación externa del sistema universitario de Castilla y León, y su objetivo es la evaluación, acreditación y certificación de la calidad en el ámbito de las Universidades y de los centros de investigación y de educación superior de esa comunidad autónoma, tanto para la evaluación del profesorado, como de las titulaciones, de la investigación y de la Calidad Institucional.

En un tercer nivel de concreción se encuentran las universidades y sus organismos internos de garantía de calidad, así como las comisiones de calidad de los centros y de los departamentos.

Los títulos académicos deben someterse a un proceso de evaluación por parte de las agencias de calidad para poder ser impartidos. En primer lugar, la Universidad debe presentar una memoria del título para que sea verificado por parte del Consejo de Universidades y autorizado por parte de la Comunidad Autónoma, previo informe favorable por parte de la agencia correspondiente, será el Consejo de Universidades quien solicita la elaboración de un informe de evaluación a la agencia de calidad, en el caso de Castilla y León ACSUCYL, como órgano de evaluación externa del Sistema Universitario de Castilla y León. Una vez obtenidos el informe favorable por parte de la agencia de calidad y la autorización por parte de los organismos oficiales, se implanta el título. El desarrollo del título es vigilado por la agencia de calidad a través de un plan de seguimiento. Finalmente, cada seis años para los títulos de grado y cada cuatro para los de máster, se procede a la evaluación para la renovación de la acreditación.

En las universidades existen oficinas de apoyo institucional para la implantación y seguimiento de la calidad. Estas oficinas dan soporte a las comisiones de calidad de las distintas facultades y escuelas. Las comisiones de calidad de los centros educativos son, en esta cadena, las responsables últimas de vigilar y velar por la gestión de la calidad en el sistema universitario.

Según Marton & Bowden (1998) las características para un aprendizaje de calidad son: utilizar métodos variados para la adquisición de aprendizajes de diferente naturaleza; considerar el proceso de enseñanza-aprendizaje como un desarrollo dialogado entre profesor y estudiante y de éstos entre sí; englobar las distintas metodologías; realizar actividades realistas, para estimular su interés y motivación; proponer metodologías docentes basadas en los conocimientos previos de los estudiantes; realizar propuestas realistas.

3.4 Los estudiantes

Los estudiantes conforman el capital humano del que dispone la universidad. Constituyen, por tanto, el elemento de máximo valor sobre el que se aplica el proceso de enseñanza-aprendizaje. La mayoría de los alumnos que conforman la población universitaria proceden de estudios de bachillerato, de ciclos superiores de formación profesional y, en menor proporción, de pruebas específicas de acceso.

Disponer de personas con un alto potencial de aprendizaje es motivo suficiente para entender que los procesos de enseñanza aprendizaje deben seguir un modelo adaptado a los cambios que inevitablemente se van introduciendo en los diversos ámbitos: tecnológicos, interdisciplinares, información, comunicación, TIC, medioambientales, comunicación y socioculturales, entre otros, que el profesorado no puede ignorar. Este nuevo contexto implica cambios para que los estudiantes logren adquirir las competencias, generales y específicas, que se pretenden alcanzar para un desarrollo profesional y que tiene como finalidad la convergencia hacia el EEES.

El perfil ideal del estudiante debería incluir como cualidades el ser activo, autónomo, reflexivo, cooperativo, responsable y estratégico. Esto conlleva un gran cambio de mentalidad en el alumnado universitario (Rodríguez-Izquierdo, 2014), que debe adaptarse a un nuevo método de contabilizar su trabajo (en ECTS), al trabajo autónomo, a las tutorías académicas y a los sistemas de evaluación donde el verdadero protagonista es el estudiante (Cladellas, Lajusticia, Horcajo, Cuxart, & Bujosa, 2011). Los estudiantes deben acostumbrarse a una forma de trabajo autónoma y enfocada hacia la adquisición de competencias.

Estudios que se han llevado a cabo desde la implantación de Bolonia concluyen que, según los estudiantes, a largo plazo son beneficiosos tanto el trabajo autónomo como el sistema de evaluación-aprendizaje centrado en competencias. Por el contrario, y en sentido negativo, manifiestan que la carga de trabajo que implica el nuevo enfoque formativo es mayor (Rodríguez-Izquierdo, 2014).

3.4.1 Educación multicultural

La importancia de programas elaborados dentro del EEES ha facilitado el desarrollo del proceso de aprendizaje de los estudiantes fuera de sus países de origen y, con ello, ha aportado como beneficio que los estudiantes aprendan a actuar en entornos multiculturales, comprendiendo y entendiendo realidades de otras naciones y culturas. Muestra de ello es el programa Sócrates/Erasmus (*Lifelong Learning Programme, LLP*), en el que participan estudiantes de la Unión Europea. A modo de ejemplo, la Figura 3.6, muestra la proporción de estudiantes españoles, por ramas de enseñanza, que en el curso 2012/13 realizaron sus estudios en los distintos países europeos con programas erasmus. Se observa, a su vez, que las Ciencias Sociales, Empresariales y Derecho y la Ingeniería son las ramas de estudio que aportan mayores porcentajes de alumnos al programa. En la rama de ingeniería, los países con mayor proporción de alumnos españoles son Alemania y Suecia, con un 28,2% y un 33,9% respectivamente.

De una forma más gráfica, en la Figura 3.7 se puede apreciar, a modo de ejemplo, el número de estudiantes participantes en el programa Erasmus que recibe cada país del Espacio Europeo de Educación Superior..

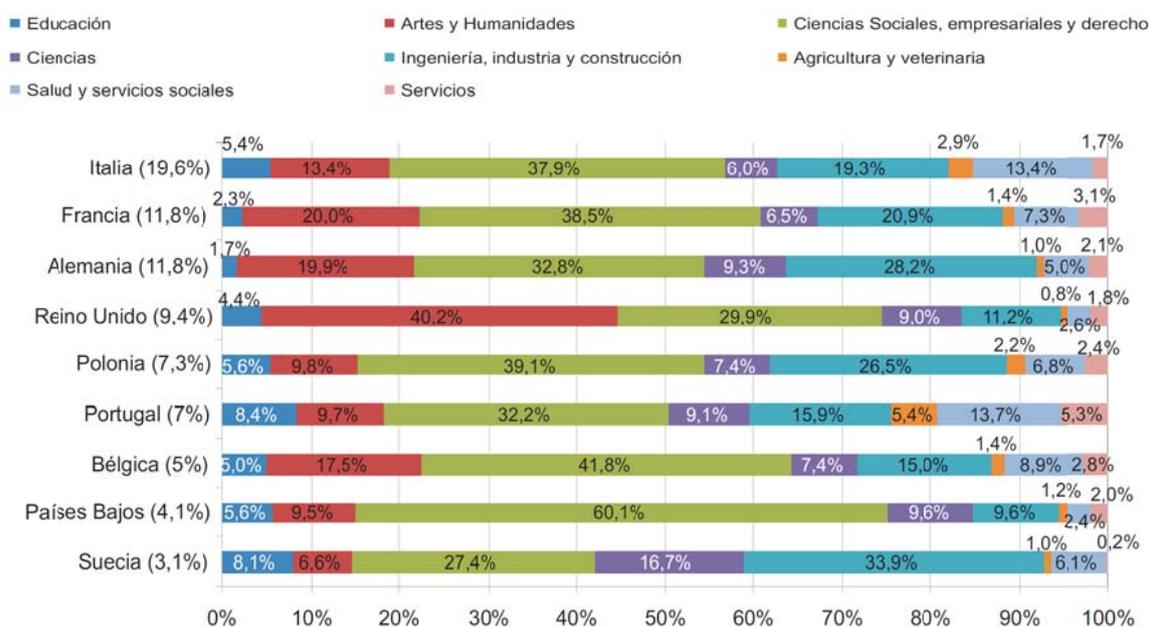


Figura 3.6.- Países con mayor número de estudiantes erasmus españoles y su distribución por ámbito de estudio. Curso 2012-2013. Fuente: Anuario estadístico del programa Erasmus e Informe intermedio presentado por las instituciones. Servicio español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE)

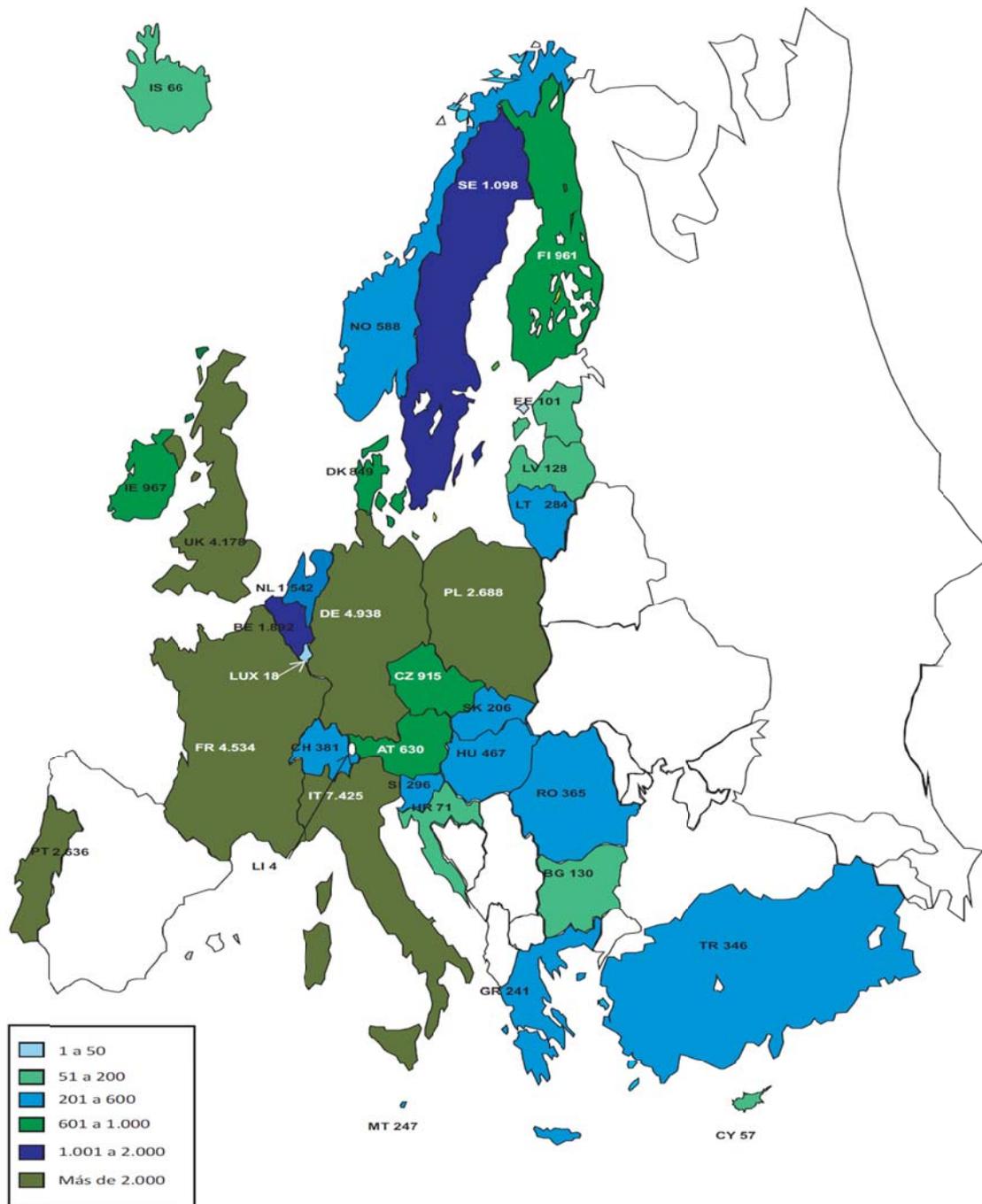


Figura 3.7.-Estudiantes Erasmus españoles por país de destino. Curso 2012-2013. Fuente: Anuario estadístico del programa Erasmus e Informe intermedio presentado por las instituciones. Servicio español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE)

Por su parte, España también es país de acogida de estudiantes extranjeros en movilidad. Por comunidades autónomas, Madrid es, en datos absolutos, la que más estudiantes recibe (aproximadamente 14.000 alumnos en el curso 2013/14); en valores relativos en función de los alumnos propios matriculados, Madrid, Cataluña, la Comunidad Valenciana y Canarias son las que más alumnos extranjeros aceptan en sus titulaciones (Figura 3.8).

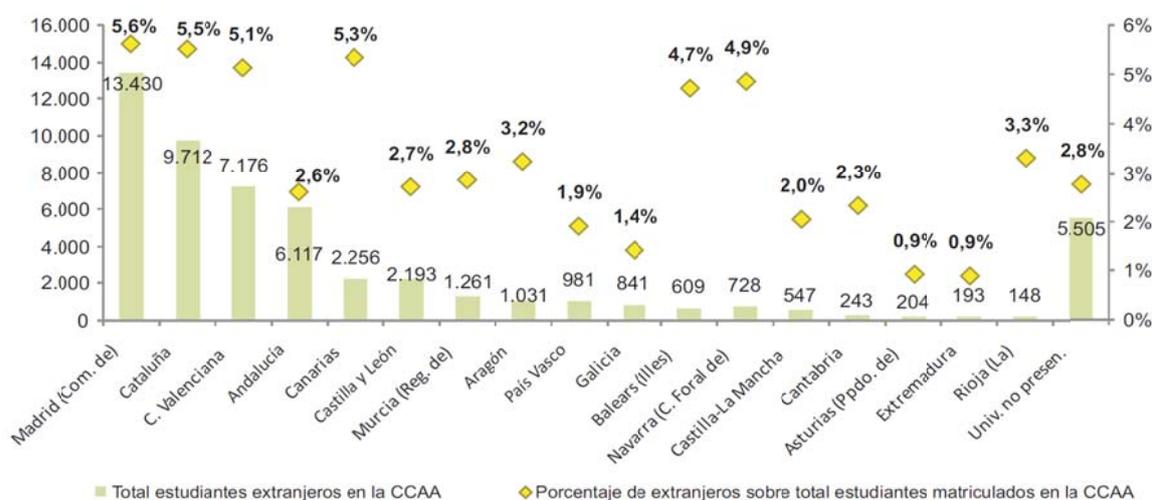


Figura 3.8.-Distribución de los estudiantes extranjeros matriculados en grado y titulaciones prebolonia por CCAA receptora. Curso 2013-2014. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)

3.4.2 Ratio estudiante-profesor

El ejercicio de la práctica docente universitaria no siempre se realiza en las condiciones idóneas, pero es importante resaltar que el proceso de enseñanza aprendizaje, que toma como fin principal potenciar capacidades para generar aprendizajes de forma autónoma, “aprender a aprender”, presenta como inconveniente la masificación, que complica en gran medida el desarrollo de la evaluación formativa compartida.

La relación entre el número de estudiantes y el de profesores en las universidades públicas españolas es **14.2**. Si analizamos los datos por autonomías, Andalucía, Murcia y las Islas Baleares son las que tienen mayor número de estudiantes por profesor en las universidades públicas (**15.7**, **15.6** y **15.5** respectivamente). Por el contrario, las universidades que mantienen menor número de estudiantes por profesor son, País Vasco, Aragón y Cantabria (**10,5**, **10,6** y **10,8** respectivamente) (*Datos y Cifras del Sistema Universitario español - Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.*). La Figura 3.9 presenta los valores del ratio estudiante-profesor correspondientes a las distintas ramas de enseñanza. En ella podemos observar cómo el ratio correspondiente a la rama de ingeniería se encuentra ligeramente por encima de la media del ratio índice nacional **15,6**.

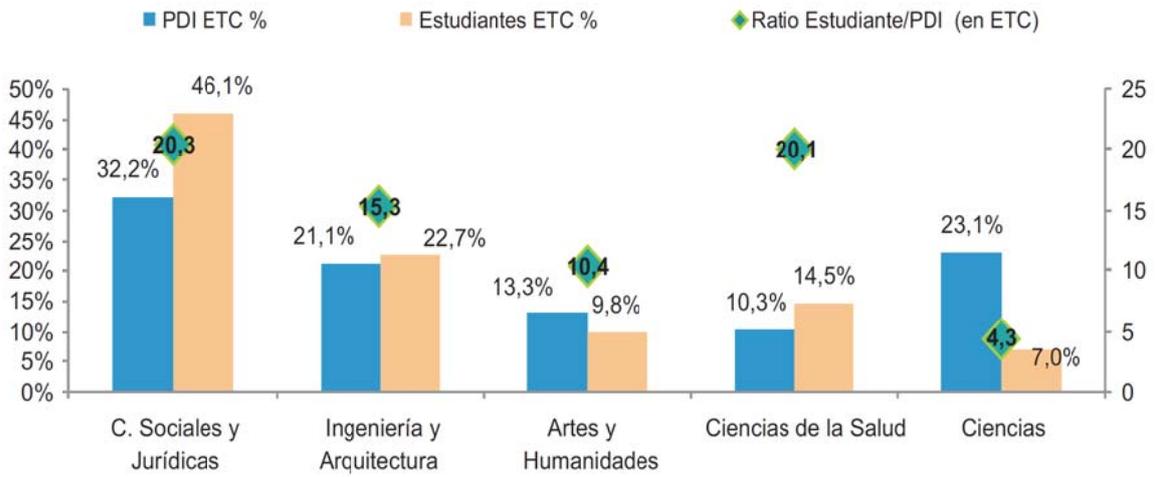


Figura 3.9.-Ratio de profesor/estudiantes en universidades públicas presenciales por rama de enseñanza. Curso 2012/13. Fuente: Estadística de Personal de las Universidades. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)

3.5 Los estudiantes de titulaciones de Ingeniería

En este apartado vamos a introducir un marco de referencia de los estudiantes que cursan estudios de ingeniería. Se exponen los datos que se consideran más representativos y que han sido extraídos del estudio estadístico elaborado en el informe sobre datos básicos del sistema universitario del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (*Datos y Cifras del Sistema Universitario español - Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.*).

El acceso del estudiante a las titulaciones de grado en ingeniería, en lo que se refiere a la puntuación de corte, se encuentra dentro del contexto que se representa en el gráfico de la Figura 3.10 (datos del curso académico 2013/14). El **38.8%** de las titulaciones de ingeniería y arquitectura, tienen como nota de corte para su acceso un **5.00** y el **73.4%** están por debajo del **6.50** como nota de corte. La rama de Ingeniería y Arquitectura es la segunda que menos puntuación exige para su acceso, por detrás de Artes y Humanidades; solamente un **6.2%** de las titulaciones demanda una calificación superior al **10** para su matriculación.

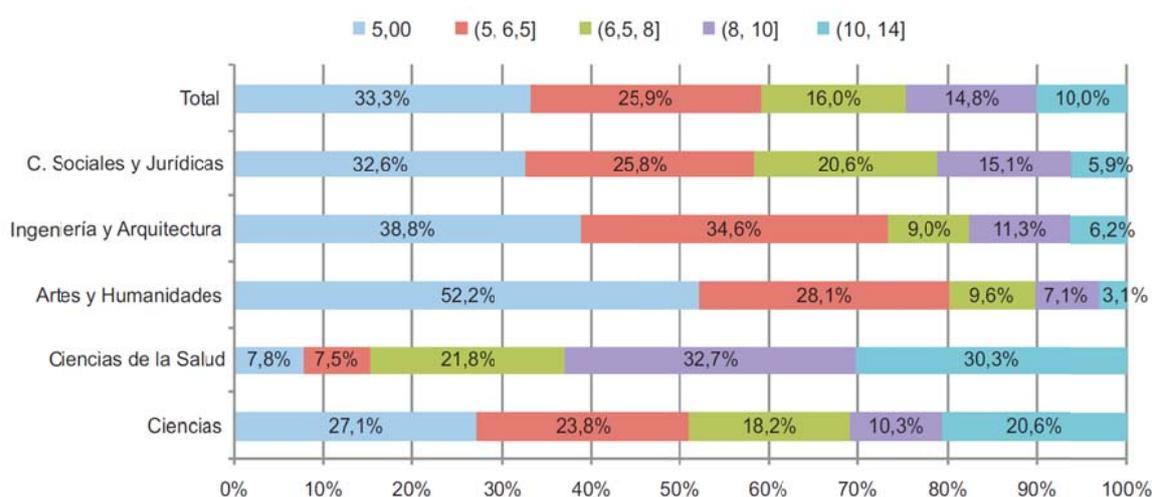


Figura 3.10.- Nota de corte de los títulos de grado en Universidades públicas por rama de enseñanza, referido al curso 2013/14. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria

Movilidad internacional y programa Erasmus. Dentro del objetivo de convergencia al EEES, adquiere un valor especial la compatibilidad entre los sistemas de educación superior en Europa, y también con otros sistemas universitarios del resto del mundo. En este panorama de la educación superior europea, las iniciativas actuales de intercambio de estudiantes generan un nuevo contexto para el proceso enseñanza-aprendizaje. Según se vio en el apartado anterior, la gran demanda de participación de los estudiantes de ingeniería en programas Erasmus ha originado que la ingeniería sea una de las ramas de estudio con mayor número de convenios bilaterales con universidades extranjeras.

Evolución de los estudiantes universitarios por rama de enseñanza. Se puede observar en el gráfico de la Figura 3.11 que, debido al contexto económico y profesional actual, existe una tasa de variación a la baja en el número de alumnos matriculados durante el curso 2013/14 con respecto al 2002/03 en todas las ramas de conocimiento, en general; sin embargo, en el contexto de la rama de Ingeniería y Arquitectura, este descenso es mucho más

acusado (-24.6%), si bien existe un incremento del 4.2% con respecto a la década anterior 1993/94.

	Curso Académico						Tasa de variación		
	1993-94	2003-04	2012-13	2013-14 ⁽²⁾			Anual	2013-14 / 2003-04	2013-14 / 1993-94
				Total	Univ. Públicas	Univ. Privadas			
Total	1.364.951	1.487.279	1.434.729	1.412.673	1.239.361	173.312	-1,5%	-5,0%	3,5%
Rama de enseñanza⁽¹⁾									
Ciencias Sociales y Jurídicas	716.365	727.297	680.759	666.562	569.176	97.386	-2,1%	-8,4%	-7,0%
Ingeniería y Arquitectura	285.674	394.705	316.670	297.596	274.582	23.014	-6,0%	-24,6%	4,2%
Artes y Humanidades	146.722	140.997	138.437	134.912	128.418	6.494	-2,5%	-4,3%	-8,0%
Ciencias de la Salud	105.245	115.502	215.318	231.865	187.414	44.451	7,7%	100,7%	120,3%
Ciencias	110.945	108.778	83.545	81.738	79.771	1.967	-2,2%	-24,9%	-26,3%

Figura 3.11.- Evolución del número de estudiantes universitarios matriculados por rama de enseñanza¹ desde el curso académico 1993/94 al 2013/14². Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)

En la gráfica de la Figura 3.12 se observa la variación de matrícula desde los cursos académicos 2007/08 hasta 2013/14 en Grados y titulaciones a extinguir (titulaciones pre-Bolonia de 1º y 2º ciclo) de todas las ramas de conocimiento. En esta gráfica se aprecia el gran trasvase producido desde las antiguas titulaciones a las nuevas del EEES; se identifica claramente el cruce a mitad de camino entre unas y otras, desde la implantación de las nuevas hasta la extinción de las antiguas. Sin embargo, se mantiene dentro de una homogeneidad la línea de matriculaciones totales, lo que constituye un hecho representativo de la estabilidad en la matriculación durante toda la franja temporal de implantación del EEES.

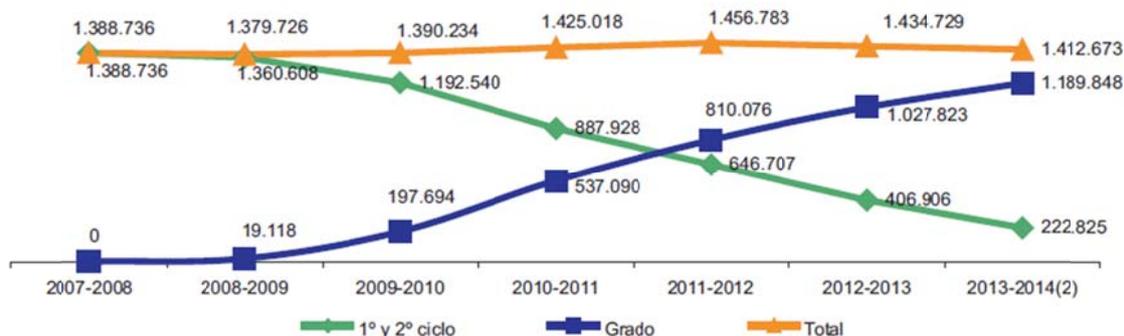


Figura 3.12.- Evolución de la matrícula de los estudiantes de grado y titulaciones a extinguir por rama, desde el curso académico 2007/08 al 2013/14. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)

Porcentaje de alumnos egresados en la rama de ingeniería y arquitectura respecto del total de alumnos. Se observa en la gráfica de la Figura 3.13 que el porcentaje de estudiantes egresados de titulaciones de ingeniería ha experimentado una evolución creciente y, además, la proporción de estudiantes egresados es mayor en las ingenierías que en el resto de las ramas de enseñanza, pasando del 21.3% de estudiantes egresados en el curso académico 2002/03 a un 22.2% del total en el curso académico 2012/13.

¹ Se ha adaptado la denominación de las ramas de enseñanzas de 1 y 2º ciclo a las de Grado.

² Datos provisionales

Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)

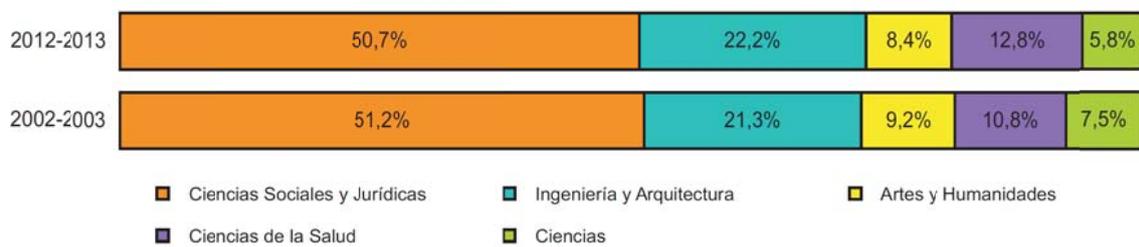


Figura 3.13.- Distribución de los estudiantes egresados por rama de enseñanza desde el curso académico 2002/03 al 2012/13. Fuente: Estadística de Estudiantes Universitarios. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU)



EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE

4 EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

4.1 El Aprendizaje

Definimos el **aprendizaje** como el conjunto de estrategias para la adquisición de habilidades, destrezas, conocimientos y comportamientos que dotan a las personas de competencias, para que puedan enfrentarse con garantías de éxito a los desafíos de distinta índole que puedan presentarse a lo largo de la vida, tanto a nivel profesional como de relación social, entendido en su sentido más amplio.

Aplicando este concepto en el contexto de la enseñanza universitaria y dentro del escenario actual del EEES, observamos la importancia que toma la adquisición de los métodos y procesos para la adquisición de competencias necesarias por parte de los estudiantes, con la finalidad de formar individuos capaces de enfrentarse a las situaciones presentes y la vez formarles para que sean capaces de continuar su crecimiento, para adaptarse a los cambios que se van produciendo en la evolución tecnológica continua, es decir, motivar la autonomía aprendizaje – “**aprender a aprender**”.

4.1.1 Concepto de Aprendizaje

Según March (2005), el **aprendizaje** es el "proceso mediante el cual un sujeto adquiere destrezas o habilidades prácticas, incorpora contenidos informativos o adopta nuevas estrategias de conocimiento y/o acción...".

La consecuencia del aprendizaje son los Resultados de Aprendizaje que, según se definen en el informe *Educational Structures in Europe* “La contribución de las universidades al Proceso de Bolonia”. Informe Final-Proyecto Piloto-Fase 2 (J. González & Wagenaar, 2009), del proyecto Tuning “son formulaciones de lo que el estudiante debe conocer, entender o ser capaz de demostrar una vez concluido el proceso de aprendizaje”. Los resultados del aprendizaje deben estar acompañados de criterios de evaluación adecuados que pueden ser empleados para juzgar si se han conseguido los resultados previstos. Los resultados del aprendizaje junto con los criterios de evaluación especifican los requerimientos para la concesión del crédito, mientras que las calificaciones se basan en el nivel, por encima o por debajo, de los requerimientos para la concesión del crédito. La acumulación y la transferencia de créditos es posible si los resultados del aprendizaje son claros y están disponibles para indicar con exactitud los logros por los que se otorgará el crédito (J. González & Wagenaar, 2006). Los resultados del aprendizaje son declaraciones verificables de lo que un estudiante debe saber, comprender y ser capaz de hacer tras obtener una cualificación concreta, o tras culminar un programa o sus componentes.

El Marco de Cualificaciones del Espacio Europeo de Educación Superior (*A Framework for Qualifications of the European Higher Education Area*), define los resultados del aprendizaje como declaraciones de lo que se espera que un estudiante sepa, comprenda y/o sea capaz de hacer al final de un periodo de aprendizaje.

Los resultados de aprendizaje deben indicar acción, por lo que los verbos más utilizados para formular los resultados de aprendizaje son los siguientes: describir, explicar,

seleccionar, enumerar para niveles básicos o/y para niveles mejorados, interpretar, estimar, evaluar, explicar, realizar, valorar, proyectar, calcular, diseñar, etc.

4.1.2 Competencias

La competencia adquirida por un estudiante es interpretada como “una característica subyacente en una persona que está causalmente relacionada con el desempeño, referido a un criterio superior o efectivo, en un trabajo o situación” (Spencer & Spencer, 2008). Se consideran características subyacentes relacionadas con la persona y sus rasgos en cuanto a su forma de ser, pudiendo establecer una clasificación por: motivación, rasgos de la personalidad, autoconcepto, conocimientos, destrezas y habilidades.

La **motivación** se refiere al interés mostrado en una determinada acción de modo consistente, estando basada en el deseo de lograr metas como aprobar una materia, desarrollar determinadas habilidades u otras de carácter personal o grupal, obedeciendo en ocasiones a impulsos originados de forma inconsciente.

Los **rasgos de la personalidad** son características propias del individuo conformadas desde su niñez y sujetas a las experiencias a lo largo de su vida, independientemente de la parte correspondiente a la propia genética del individuo. De esta premisa se derivan las diferentes actuaciones y respuestas de los estudiantes ante problemas semejantes que plantee su profesor o sus compañeros.

El **auto concepto** refleja la imagen que el estudiante tiene de sí mismo en cuanto a liderazgo, habilidad social y comunicación, destrezas, etc.

El **conocimiento** es la información con que cuenta una persona sobre áreas o materias pertenecientes a un determinado ámbito de conocimiento relacionado con conceptos, procedimientos o actitudes.

Finalmente, la **habilidad** es la destreza o capacidad del estudiante para desarrollar una cierta actividad física o mental. Estas habilidades se relacionan con las distintas especialidades profesionales que existen.

Partiendo de una de las definiciones genéricas, **competencia** se entiende como un conjunto de habilidades, destrezas, contenidos y formas de hacer. Será preceptivo que la formación del estudiante se oriente a crear y fomentar esas habilidades, aptitudes y capacidades de la misma forma, lo que exigirá cambios en los procesos y el uso de distintas formas de evaluación, considerando la Evaluación Formativa no solamente válida para la obtención de una valoración total o parcial de una determinada asignatura, sino como una forma constructiva que oriente al estudiante a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje para adquirir y mejorar dichas competencias.

Recurriendo a la definición empleada por el Ministerio de Educación y Cultura (MEC, 2006) referente a las propuestas sobre Directrices para la elaboración de títulos Universitarios

de Grado y Master, que puede dar una visión más clara, en cuanto a su adquisición y evaluación, una **competencia se define como:**

“Una combinación de conocimientos, habilidades (intelectuales, manuales, de relación interpersonal, etc.), actitudes y valores que capacitarán a un titulado para afrontar con garantías la resolución de problemas o la intervención en un asunto en un contexto académico, profesional o social determinado” (MEC, 2006).

La concepción de competencia lleva unos cambios implícitos y necesarios en el sistema universitario dentro del marco que establece el EEES. El informe de la UNESCO también conocido como informe Delors (Delors, 1996) establece cuatro pilares para la sustentación de la educación del siglo XXI:

- Aprender a conocer
- Aprender a hacer
- Aprender a vivir juntos
- Aprender a ser

El EEES lo encuadra como marco de referencia de las competencias en los tres ámbitos: **conocer y comprender, saber cómo actuar y saber cómo ser.**

Dentro de las clasificaciones adoptadas para las competencias se pueden considerar competencias transversales y competencias específicas.

- **Competencias transversales o generales.** Se entiende que son compartidas por el título, ámbitos de conocimiento y materias. De esta forma se persigue una formación integral de la persona, para dotar de autonomía a los estudiantes y que sirva a la vez de eje troncal en la creación de nuevos aprendizajes (Delgado García, Borge Bravo, García Albero, Oliver Cuello, & Salomón Sancho, 2005).

Por otra parte el proyecto TUNING, establece tres tipos de competencias transversales o genéricas: instrumentales, personales y sistémicas.

- **Competencias Instrumentales.** Son las necesarias para la obtención de un fin que aporta un valor de conjunto y realizan funciones como: organización y planificación; TIC; idiomas; gestión; etc.
- **Competencias Personales.** Éstas habilitan a la persona para ser capaz de relacionarse e integrarse en diferentes ambientes en los que se necesita relación social; trabajo en equipos específicos y multidisciplinares; en contextos de diferencias multiculturales; razonamiento crítico.
- **Competencias Sistémicas:** Se refieren a las cualidades de motivación y de tipo personal que se relacionan directamente con la capacidad de aprender a aprender formando un sistema: autónomo; adaptativo; creativo; intercultural; emprendedor. Esto obliga a implementar dichos contenidos en las programaciones de las distintas materias y asignaturas.

- **Competencias Específicas:** Se relacionan directamente con los conocimientos inherentes a los distintos Títulos, clasificadas en tres tipos: competencias académicas, competencias disciplinares y competencias profesionales.
 - **Competencias académicas:** Son las que tradicionalmente se vinculan con los contenidos teóricos que son evaluados y considerados como saber.
 - **Competencias disciplinares:** Estos conocimientos relacionan el saber con la práctica, dotando de capacidad para el desarrollo profesional y aportando una funcionalidad al conocimiento teórico que motiva para futuros aprendizajes y que resulta de gran interés en los entornos profesionales.
 - **Competencias profesionales:** Su principal objetivo es saber realizar, saber hacer, sin olvidar el desarrollo de la capacidad de comunicación e indagación.

4.2 Proceso de Enseñanza-Aprendizaje

4.2.1 Recursos humanos

Los recursos humanos son parte fundamental del potencial de una organización y como tal, adquieren gran importancia las cualificaciones de las personas que la componen. Estas cualificaciones deben cubrir un amplio espectro formativo: el tecnológico, el empresarial, el medioambiental, el idiomático, etc... Los recursos humanos, el capital humano, toman un valor relevante en sí mismos, como quedó reflejado en el Consejo Europeo de Lisboa, celebrado en dicha ciudad en el año 2000, en el cual se enfatizó que *“todo ciudadano debe poseer los conocimientos necesarios para vivir y trabajar en la nueva sociedad de la información”* y que *“un marco europeo debería definir las nuevas cualificaciones básicas que deben proporcionarse a través de la formación continua: cualificaciones en materia de tecnologías de la información, idiomas extranjeros, cultura tecnológica, espíritu empresarial y habilidades para la socialización”* (De la Fuente & Ciccone, 2002).

Invertir en las personas es una forma de preparar a los futuros profesionales para adaptarse y actualizarse a los rápidos cambios que la sociedad demanda, como deja reflejado el Consejo Europeo de Lisboa. Así mismo, el Consejo Europeo de Lisboa señala la necesidad de *“modernizar el modelo social europeo mediante la inversión en capital humano y la lucha contra la exclusión social”*. Se entiende que una persona con una baja formación dispondrá de un menor potencial de adaptación o necesitará realizar un mayor esfuerzo para adquirir nuevas competencias, de ahí la importancia del desarrollo de capacidades que permitan al individuo aprender a aprender. Resulta obvio que invertir en los procesos de formación dará un valor personal al educando y un valor cuantificable en su desempeño profesional.

No existiendo una definición única sobre el concepto de capital humano, Keeley lo define como *“el conjunto de competencias en su sentido global y atributos personales que facilitan la creación de bienestar personal, social y económico, en cuyo caso enfatiza en la relevancia del capital humano para el desarrollo de las regiones”* (Browne & Keeley, 2007).

Podemos considerar la educación como un valor añadido que las personas adquieren de forma individual empleando los medios y recursos personales, por mediación de las empresas propiamente y dentro de la educación reglada, abarcando todos los niveles de enseñanza obligatoria, ciclos de formación profesional, así como en el ámbito universitario que toma como marco el EEES. Esta formación exige, por tanto, un esfuerzo por parte de los distintos organismos, empresas y docentes, que en ocasiones no tienen un reconocimiento económico por el posible desajuste que pueda existir entre la oferta y la demanda profesional, o por que se vean obligados a adaptarse a nuevas exigencias profesionales y técnicas en conocimientos, habilidades y aptitudes. Esto puede ocasionar insatisfacción, al no verse correspondidos los logros obtenidos con el esfuerzo realizado. Independientemente de lo anterior, las competencias genéricas obtenidas a lo largo de los estudios deberán capacitar a los individuos para aprender a aprender. (Badillo-Amador, García-Sánchez, & Vila, 2005)

4.2.2 Enfoques de aprendizaje

Los requerimientos del nuevo EEES conllevan unas implicaciones que afectan al conjunto del proceso enseñanza-aprendizaje y que suponen valorar los cambios que deberían realizarse, sobre el aprendizaje y sobre la evaluación que habitualmente se realizan de forma generalizada en las aulas universitarias. En todo caso, es necesario analizar el contexto universitario para detectar posibles problemas, como puede ser la masificación de las aulas, y que puedan imponer ciertas limitaciones a los nuevos requerimientos del EEES. Es necesario, por tanto, dotar de fórmulas e instrumentos que permitan una implementación real del proceso de aprendizaje y de evaluación.

En el contexto del EEES, la docencia universitaria propone una línea activa dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, en la que se dota de mayor protagonismo al estudiante, que pasa a ser parte activa de su propio aprendizaje, y se relajan los procesos de enseñanza tradicionales (clases magistrales), en los que el alumno es un almacén cuyos contenidos ha de ser capaz de mostrar en el tiempo y profundidad que establezca el profesor a través de exámenes. Se trata en todo caso, de pasar de un paradigma centrado en la enseñanza a otro paradigma centrado en el aprendizaje, que diversos autores consideran el mayor cambio promovido en la nueva coyuntura. Esto conlleva cambios en los distintos elementos de la docencia en cuanto a metodologías, actividades, contenidos y prácticas, y la introducción de una evaluación formativa y compartida como elemento de vital importancia en la autoevaluación del propio estudiante, centrando la tarea del proceso de aprendizaje en el estudiante.

El precedente de estudios sobre los enfoques de aprendizaje de los estudiantes viene de la aportación del modelo SAL o *Student Approaches to Learning*, (J. B. Biggs, 1987; J. B. Biggs, 2011; Díaz-Barriga Arceo & Hernández Rojas, 2002). Los investigadores de los tres grupos más importantes participantes en el modelo SAL – Gran Bretaña, Australia y Suecia – coinciden en destacar que los enfoques de aprendizaje tienen componentes o elementos que los definen: las motivaciones que mueven al estudiante y despiertan el interés por aprender, y las estrategias que pretenden dar sentido a su proceso de aprendizaje.

Este enfoque marca las diferencias entre el aprendizaje bancario y el aprendizaje dialógico. El aprendizaje bancario es el basado en la adquisición de contenidos proporcionados por el profesor a través de la exposición de los contenidos de una determinada materia, con el fin de hacer depositarios de los mismos a los estudiantes. Los estudiantes tendrán que demostrar por medio de un examen que esos contenidos han sido interpretados y asimilados. El aprendizaje dialógico, por su parte, tiene una perspectiva sobre los enfoques de aprendizaje que se diferencia sustancialmente del bancario; entendiendo que la adquisición de conocimientos se deriva de un proceso complejo, en cuanto a los canales por los que llega la comunicación y los diferentes métodos a través de: seminarios, congresos, conferencias, charlas técnicas, etc.

El área de investigación iniciada por los trabajos de (Marton & Säljö, 1976) en la Universidad de Gotemburgo (Suecia) da comienzo a estudios desarrollados con posterioridad sobre la taxonomía de los distintos modelos de enseñanza-aprendizaje. El concepto de enfoque de aprendizaje se refiere a la percepción que el estudiante tiene de la tarea

académica influida por las características individuales del alumno (Marton, Hounsell, & Entwistle, 1984); estos enfoques de aprendizaje describen las características personales de los estudiantes, el contexto de enseñanza, y la relación e interacción entre ambos.

El aprendizaje académico se presenta como la integración de tres dimensiones: la conciencia del estudiante sobre el hecho del aprendizaje; el contenido de la asignatura o materia y el contexto en el que se desarrolla (Marton & Svensson, 1979; Säljö, 1979). Una de las consideraciones clave, para la consecución de logros académicos es la conciencia que el estudiante tiene sobre la tarea de aprendizaje, relacionando directamente la capacidad de “aprender a aprender” que determina el grado metacognitivo del que dispone el estudiante. Este grado metacognitivo está relacionado con el proceso mental de aprendizaje desarrollado, como puede ser, por ejemplo, reconocer el objetivo y finalidad de un ejercicio o tarea que se vaya a realizar.

El contenido de la materia es otro factor clave, en cuanto a la adquisición de conocimientos, que motiva la profundización para la adquisición de conceptos y que tiene una aplicación en situaciones reales, lo cual dota de una funcionalidad que motiva para seguir creando lazos de conocimiento significativos, entre la adquisición de los conocimientos recientes y lo ya aprendido. Los diferentes contextos de aprendizaje en los que se proporcionan dichos conocimientos pueden ser: experiencias profesionales o académicas previas, equipos docentes, recursos y materiales disponibles en el aula o laboratorio, metodologías y sistema de evaluación utilizado.

Las estrategias relacionadas con el entorno de aprendizaje comprenden todos los factores intervinientes en el proceso, como son las expectativas de los intervinientes, sus motivaciones, las metodologías empleadas, los estilos docentes del profesorado, los recursos empleados y, por supuesto, el sistema de evaluación utilizado por el profesor. (Marton & Svensson, 1979; Säljö, 1979)

4.2.3 Taxonomía de los enfoques de aprendizaje

Existen distintos enfoques de aprendizaje categorizados por diversos autores, partiendo del que podría ser pionero en realizar un estudio sobre la adquisición de aprendizaje superficial y aprendizaje profundo, contemplado en el trabajo de (Pask, 1976), en el cual se diferencia entre aprendizaje holístico y aprendizaje serialista. El aprendizaje **holístico** parte de varios objetivos, absorbiendo y asimilando información desde distintas perspectivas y contenidos. El **serialista** es el que analiza objetivos unitarios sin relacionarlos entre ellos.

Por otro lado (Ramsden & Entwistle, 1981) clasifican el aprendizaje en: aprendizaje superficial; aprendizaje profundo y aprendizaje estratégico. El aprendizaje **profundo** se caracteriza por la intención que muestra el estudiante de entender y comprender, interaccionando con el contenido y realizando aprendizajes significativos al relacionarlos con conocimientos anteriores y dotando a los nuevos conocimientos de una funcionalidad al encuadrarlos en experiencias de la vida cotidiana. El aprendizaje **superficial** tiene como intención alcanzar unos requisitos exigidos para una tarea determinada, su principal objetivo es la memorización para realizar unas pruebas puntuales o exámenes, y los motivos que mueven al estudiante son extrínsecos, ya que la tarea viene impuesta desde el exterior. El

aprendizaje superficial conlleva una falta de reflexión. Por último el enfoque o aprendizaje **estratégico**, cuyo principal objetivo es obtener los mejores resultados académicos posibles utilizando estrategias de indagación y procurando la máxima información preparatoria. Ejemplos de estas estrategias pueden ser proporcionar al alumno exámenes anteriores, información sobre particularidades de la puntuación, estrategias para la organización de espacios, esfuerzos y tiempo para optimizar su propio rendimiento... Este último enfoque es un enfoque de alto rendimiento, en el que los alumnos orientan sus aprendizajes con una perspectiva más global y encaminada a competencias de tipo general, precursoras de la capacidad de aprender a aprender.

4.3 Modalidades de enseñanza-aprendizaje

Antes de establecer sistemas metodológicos del proceso de enseñanza-aprendizaje es preciso reflexionar sobre las distintas modalidades de enseñanza, que van a tener en consideración caminos y recursos necesarios para que los estudiantes aprendan de una forma constructiva, autónoma y que converja con el paradigma propuesto en el EEES. Entendemos por modalidades de enseñanza los distintos entornos en los que tienen lugar las actividades que han de realizar, profesores y alumnos, a lo largo de un curso, y que se diferencian entre sí en función de los propósitos de la acción didáctica, de las tareas y de los recursos necesarios para su ejecución. Lógicamente, diferentes modalidades de enseñanza reclaman tipos de trabajos distintos para profesores y estudiantes, y exigen la utilización de herramientas metodológicas también diferentes (De Miguel Díaz, 2005; De Miguel Díaz et al., 2006).

En el marco normativo tradicional académico de las universidades españolas, se consideran mayoritariamente dos modalidades: las clases teóricas y las clases prácticas, entendiendo las prácticas en su ámbito global (de laboratorio, de campo, en aula). Estas experiencias, en sí mismas, no son suficientes para el cambio de paradigma que propone el EEES. Es necesario, por tanto, tener en cuenta otros elementos. Los nuevos conceptos, como son el crédito europeo y la organización de enseñanzas en grados y postgrados, implican contemplar el proceso formativo con carácter global. El cambio debe ser impulsado desde la actividad del profesor, que ha de aportar una perspectiva diferente, hasta el aprendizaje de los estudiantes; esto requiere de una concreción, selección y definición de actividades que posteriormente serán desarrollados por los estudiantes

Como resultado de estos cambios, el diseño formativo no puede limitarse a un proceso de reparto de materias y créditos realizado de forma mecánica, sino que requiere que se consideren elementos de vital importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje, como son la distribución de actividades variadas que debe desarrollar el estudiante para alcanzar los objetivos fijados. Esta circunstancia obliga a tener una planificación sobre el conjunto de actividades, estableciendo, espacios y temporalización para su desarrollo, así como si se desarrollarán de forma individual o en grupo, y si serán presenciales o no. Estas decisiones son indispensables para la asignación y aplicación del sistema de créditos, y será necesario tenerlas presentes desde el punto de vista organizativo, ya que permitirán la asignación de tareas al profesorado. El profesorado tiene como tareas, por tanto, analizar las necesidades de recursos materiales, la distribución de espacios (aulas, laboratorios, seminarios) y la definición de horarios.

Este nuevo contexto obliga a utilizar estrategias organizativas para las nuevas actividades propuestas que afectan a profesores y alumnos, por lo cual, se han diseñado metodologías acordes a los contenidos de las materias o asignaturas que precisan modalidades organizativas para determinar la trayectoria curricular y experiencias de aprendizaje de los estudiantes. Se va a exponer, en el siguiente apartado, una taxonomía de las diferentes modalidades para identificarlas y distinguir sus características.

4.3.1 Modalidades organizativas

De Miguel Díaz (2005) propone, como modalidad organizativa, tener en cuenta dos criterios básicos: por un lado las necesidades organizativas de centros, departamentos y universidades, y, por el otro, el carácter presencial o no presencial de las actividades.

El primer criterio se deriva del equilibrio necesario entre las distintas metodologías aplicadas, derivadas del nuevo proceso inherente al sistema de créditos relacionados con la peculiaridad de cada titulación, materia o asignatura. Las posibilidades metodológicas y su diversidad deben encontrar un marco adecuado de organización racional e intentar la mayor afinidad con el conjunto de titulaciones de una Universidad. Esto obliga a simplificar, en la medida de lo posible, las tareas del profesorado, evitando una complicación excesiva que impida su implementación efectiva.

De otro lado, se ha tenido en cuenta el carácter presencial o no presencial de las actividades. Consideramos actividades presenciales aquellas en las cuales el profesor tiene una intervención directa con los alumnos, como son las clases teóricas, los seminarios, las clases prácticas y las tutorías. Las modalidades no presenciales se aplicarán para aquellas actividades que se puedan realizar libremente, bien de forma individual, bien mediante trabajo en grupo. En el caso de las actividades no presenciales, es importante hacer referencia al uso de las TIC como recursos de apoyo y seguimiento, puesto que permiten un seguimiento más efectivo aunque precisan de una organización y planificación que evite una sobrecarga del profesorado y la consiguiente ineficiencia en la tarea. Como herramienta para esa organización y planificación se plantea el uso de las plataformas de gestores de contenidos (Moodle).

Teniendo en cuenta que la modalidad más recurrente en la formación universitaria ha sido la clase magistral, es obvio que el cambio de modelo implica el uso de otras metodologías y modalidades para que tenga lugar un nuevo sistema de comunicación con los estudiantes en el desarrollo de competencias que den lugar a la creación de nuevos aprendizajes de forma autónoma.

Según Zabala, las variables presentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje (individuales, grupales, contenidos de aprendizaje, competencias, etc.) implican una cierta flexibilidad a la hora de aplicar metodologías con el propósito de abarcar, en la medida de lo posible, las distintas actividades de aprendizaje y que puedan adaptarse a los contextos y a las intenciones educativas propuestas. (Zabala, Vidiella, Belmonte, & Arnau, 2007)

4.4 Metodologías didácticas

La puesta en marcha del EEES obliga a una profunda reflexión para adaptarse a las nuevas propuestas que lleven a converger con dicho espacio. Es una condición indispensable desarrollar propuestas metodológicas para cumplir con los Planes de Estudio de títulos de grado y postgrado. Es imprescindible que, a la hora de desarrollar los nuevos planes de estudio en este proceso de Convergencia Europea, se promueva de forma eficiente una innovación pedagógica que sirva como puente en la transición desde un modelo tradicional, basado en la enseñanza, en el que el protagonista principal del aprendizaje es el profesor hacia un modelo centrado en el aprendizaje del alumno, potenciando la figura del estudiante, que pasa a ser

parte activa de su aprendizaje, con el objetivo de potenciar la competencia transversal de aprender a aprender.

Cuando se han elaborado o modificado los planes de estudio, se han considerado los siguientes puntos: establecimiento de los perfiles formativos del título; concreción de la estructura y del contenido del programa propuesto; y especificación de las modalidades que se establecen para desarrollar las actividades educativas. Por otro lado, es necesario disponer de mecanismos que permitan asegurar la calidad de una nueva titulación, permitiendo una realimentación del proceso de enseñanza para asegurar estándares de calidad de la titulación. Este proceso debe aportar los elementos procedimentales y de gestión suficientes para asegurar una implementación real de las innovaciones propuestas y alcanzar el éxito en los procesos de implantación de las nuevas enseñanzas y de su homologación posterior. Las implicaciones pedagógicas que conlleva el proceso de convergencia tienen como principales protagonistas del cambio a los docentes y a los responsables académicos que, siguiendo unas directrices orientativas mediante un proceso de discusión interna, armonizan los planes de estudio en el marco del EEES.

En el desarrollo de los planes de estudio se debe reflexionar sobre las siguientes cuestiones: ¿Qué competencias pretendemos? ¿Cómo se van a adquirir? ¿Con qué instrumentos se evaluará la adquisición de las competencias? En este apartado se considerarán las metodologías de enseñanza en la Educación Superior más adecuadas, sin olvidar que es el docente el que las implementa de la forma más eficiente para el desempeño de su función.

Para aplicar metodologías activas es recomendable considerar las diversas opciones metodológicas, ya que su diversidad ofrece diferentes enfoques del aprendizaje y en gran parte de los casos se complementan, enriqueciendo las técnicas de trabajo para poder cubrir deficiencias o limitaciones que se puedan presentar, como son el número de estudiantes, las agrupaciones, los recursos, etc. A continuación expondremos las características más sobresalientes de las distintas teorías metodológicas, muchas de las cuales son los cimientos de las nuevas metodologías aplicadas.

Zona de Desarrollo Próximo (ZDP): Esta teoría tiene como referencia de su estudio al psicólogo ruso Vygotsky, aunque para su análisis es preciso considerar la opinión de diversos autores en distintos campos de conocimiento. Así, según la reflexión de Baquero (1996) “operar sobre la ZDP posibilita trabajar sobre las funciones ‘en desarrollo’, aún no plenamente consolidadas, pero sin necesidad de esperar su configuración final para comenzar un aprendizaje” o definiendo la ZDP como “la relación entre las pre-condiciones establecidas por el nivel de desarrollo previo de los sujetos y las posibilidades de aprendizaje consecuentes”, o puntualizando que “se desarrolla la actuación antes de que aparezca la competencia” (Cazden, 1981; Cazden, 2001; Newman, Griffin, & Cole, 1991). Es de vital importancia en el avance de la ZDP, la interacción del discente y del docente que lo guía, llegando así a un nivel interpsicológico, que genera un nivel intrapsicológico. Este nuevo concepto se convierte en un logro en su desarrollo personal. (Baquero, 1996; Moll, Vygotskii, Wald, & Sinnot, 1993; Vygotsky, Hanfmann, & Vakar, 2012).

Aprendizaje Significativo de Ausubel y constructivismo: En la obra publicada "Psicología del aprendizaje verbal significativo", por Ausubel (1963), se desarrolla el concepto de aprendizaje significativo diferenciándolo del repetitivo o memorístico y se fundamenta la importancia de partir de los conocimientos anteriores del estudiante para crear nuevas afirmaciones. Ausubel considera que aprender significa comprender y por tanto es condición indispensable partir de los conocimientos previos del estudiante, diagnosticando lo que ya sabe sobre aquello que se quiere enseñar. Establece que es necesario diseñar una labor docente eficiente que incluyan organizadores previos, que funcionan a modo de enlaces cognitivos y de forma que los estudiantes puedan crear relaciones significativas con los nuevos contenidos. El autor considera imprescindible partir de los conocimientos previos de los estudiantes, así que para conocer su nivel utiliza mapas conceptuales que reflejan las relaciones que los estudiantes establecen entre los conceptos. Las correcciones y modificaciones necesarias de las estructuras conceptuales se realizará mediante dos procesos denominados diferenciación progresiva y reconciliación integradora (Moreira, 2012).

La **diferenciación progresiva** hace referencia al desarrollo del significado de los conceptos en el transcurso del tiempo, encontrando nuevos entornos significativos para su aplicación. Estos nuevos enlaces de conocimiento crean paulatinamente nuevas relaciones entre conjuntos de conceptos. Las personas destacadas en el desarrollo de competencias suelen caracterizarse por tener los diferentes conceptos integrados en sus estructuras de conocimiento y por disponer de numerosos vínculos y jerarquías asociadas a esos conceptos.

Ausubel considera tres condiciones subyacentes inherentes al aprendizaje significativo que son:

- Materiales de enseñanza estructurados lógicamente con una jerarquía conceptual.
- Estructura psicológica del estudiante, es decir, sus conocimientos previos y sus estilos de aprendizaje.
- La motivación para aprender, siendo así considerados como un estímulo los logros obtenidos en los nuevos aprendizajes.

Metodologías Inductivas: Entendido filosóficamente como un método que va de lo particular a lo universal, a partir de una idea que se irá definiendo, clasificando, analizando, y avanzando de forma constructiva hasta tener una idea clara del hecho o elemento, llegando a concluir con una definición global sobre lo estudiado. Puede ser considerado el método científico que obtiene conclusiones generales de algo particular. Éste ha sido el método científico más comúnmente utilizado. Su desarrollo va de una primera etapa en la que se observan y registran todos los hechos para, posteriormente, analizarlos y clasificarlos ordenadamente utilizando los instrumentos adecuados. El procesamiento de los datos da lugar a una hipótesis, resultado de un razonamiento inductivo, y, finalmente, mediante un análisis lógico se llega a la solución del problema planteado. Por último, contrastan los datos obtenidos con la hipótesis para evaluar el grado de definición obtenido (Prieto, Díaz, & Santiago, 2014).

Metodología cooperativa: Este modelo de aprendizaje presenta unas características antagónicas al modelo competitivo e individualista. Toma como característica básica el trabajo

en grupo para potenciar la adquisición de los aprendizajes individuales, mejorando a su vez el aprendizaje de los demás componentes del grupo. En este modelo se considera que el hecho de compartir conocimientos desarrolla competencias generales integradoras. Se persigue una doble finalidad: por un lado, que el estudiante adquiera los resultados de aprendizaje previstos en las actividades, y, por el otro, conseguir que todos los miembros del grupo los alcancen. A diferencia del modelo individualista competitivo, este modelo consigue el éxito personal con el logro conseguido por todo el grupo. Es necesario compartir un objetivo común cuya consecución compense el esfuerzo realizado.

El verdadero valor del grupo cooperativo reside en que exista un sentimiento individual de responsabilidad y la participación activa en la tarea de los demás, considerándose cada estudiante un eslabón en la cadena de la actividad que desarrollan con un objetivo común.

Taxonomía de Bloom de los dominios de aprendizaje: La Taxonomía de Bloom se basa en la clasificación de habilidades y conocimientos. Bloom identificó tres dominios de aprendizaje: el cognitivo, el afectivo y el psicomotor. La explicación de los objetivos educacionales puede ser organizada en una jerarquía que va desde lo más elemental hacia lo más complejo. Los aprendizajes complejos dependen de la adquisición de conocimientos y habilidades elementales.

La Taxonomía del dominio cognitivo de Bloom (comenzada en 1948 y terminada en 1956) ha sido una de las obras sobre los niveles del conocimiento más influyentes (Bloom, Hastings, & Manus, 1973).

La Taxonomía contiene seis niveles (Figura 4.1), cada uno de los cuales tiene, a su vez, diferentes subniveles. En general, la investigación en los últimos 40 años ha confirmado la taxonomía de Bloom como una jerarquía con excepción de los últimos dos niveles. En este momento existe un debate para establecer si la síntesis y la evaluación deben estar o no en ese orden, considerando que la evaluación es menos compleja que la síntesis o si la síntesis y la evaluación son del mismo nivel de dificultad, pero que utilizan diferentes procesos cognitivos (Churches, 2009).



Figura 4.1- Jerarquía de los niveles de la taxonomía de Bloom

4.4.1 Metodologías Aplicadas en la Enseñanza Universitaria

A continuación describimos en tres grandes bloques las distintas metodologías aplicadas en el ámbito universitario convergente al EEES.

4.4.1.1 Clase magistral participativa

La clase magistral ha sido y sigue siendo uno de los métodos docentes más utilizados en la enseñanza universitaria. Puede ser un método útil en determinadas circunstancias del proceso de enseñanza-aprendizaje con una planificación adecuada, lo cual obliga a un trabajo previo con la finalidad de que la exposición tenga unas premisas como son: que los contenidos sean actualizados y organizados, con solvencia técnica mediante diversas fuentes innovadoras para el estudiante; que sea asequible en su comprensión, pudiendo dotar de funcionalidad a lo aprendido mediante procedimientos específicos de la materia o asignatura; que permita motivar a los estudiantes para alcanzar un conocimiento profundo.

Uno de los inconvenientes que surgen en esta metodología es que los estudiantes puedan mantener el interés y la atención durante toda la sesión. La fatiga mental implica que a partir de los veinte minutos, aproximadamente, la atención decaiga, esto conlleva que los estudiantes realicen menos anotaciones y les cause mayor trabajo extraer las ideas principales. La curva de atención presenta una desviación típica, afectada por variables como: la luz, los recursos expositivos, la hora del día, la motivación, etc.

La clase magistral complementada con otras técnicas metodológicas puede alcanzar un cierto grado de participación, consiguiendo un modelo informal que dinamice y capte la atención de los estudiantes, con la finalidad de transmitir no solo conceptos, sino educación en

destrezas, habilidades interpersonales y valores. Estos cambios paulatinos pueden ayudar a converger la enseñanza universitaria en el EEES. El concepto de clase magistral participativa va más allá de una clase puramente teórica (De Miguel Díaz, 2005; Fernández March, 2005).

Una forma de fomentar una participación activa se consigue a través de las preguntas realizadas a los alumnos en determinados momentos de la exposición, en este sentido Morgan & Saxton (1991) hacen hincapié en la importancia que la pregunta tiene en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además realizan un análisis sobre cómo mejorar las habilidades, tanto del docente como del estudiante; habilidades del docente necesarias en la elaboración de las preguntas y de los estudiantes para que sirvan de interrelación y motiven el trabajo intelectual que supone dicha actividad; con el objetivo de recordar, razonar, comprender, evaluar, solucionar y realizar.

Cruz Tomé (1998) se refiere a “Lección Magistral Participativa” (LMP), como modelo simplificado de una realidad que nos permite analizarla, evaluarla y modificarla. Según dicho modelo una lección será magistral participativa:

- Cuando el conocimiento se adquiere por comprensión.
- Cuando motiva para seguir aprendiendo.
- Cuando genera ambiente de trabajo personal y colaborativo entre los alumnos.
- Cuando el alumno asume la responsabilidad y protagoniza su aprendizaje.

Por otro lado, para que la LMP se lleve a cabo de forma efectiva, es preciso el reparto de tareas entre el alumno y el profesor, contemplando recursos materiales y didácticos previamente elaborados. En este sentido, Brown & Atkin (1988) destacan la fase de preparación, ésta toma un valor esencial y de mayor importancia que su presentación. Cruz Tomé (1998) considera que la improvisación es el peor enemigo de la lección magistral participativa. Para que la LMP cumpla su cometido, en cuanto a la consecución de resultados de aprendizaje, es necesario que cumpla los requisitos que se muestran en la Figura 4.2.



Figura 4.2- Requisitos de la clase magistral participativa

Según March (2005) para que el aprendizaje tenga un carácter activo y cooperativo en el aula mediante la LMP, se deben evitar los errores que con frecuencia se cometen, identificando la lección magistral (método docente) con una conferencia (método expositivo o meramente transmitivo), siendo los fallos más comunes los presentados en la Figura 4.3.



Figura 4.3- Errores de la clase magistral participativa (CMP)

4.4.1.2 Metodologías basadas en el trabajo personal y autónomo

En el EEES se pretende que el alumno sea protagonista de su aprendizaje mediante la utilización de las distintas técnicas metodológicas, se potenciará la adquisición de capacidades que desarrollen competencias que permitan realizar aprendizajes significativos ahondando en los conocimientos de forma motivada y generando destrezas y habilidades para aplicarlas a lo largo de su existencia, es decir, “aprender a aprender”.

Las principales metodologías basadas en trabajo personal incluyen la resolución de ejercicios y problemas, el contrato didáctico, el aprendizaje por proyectos, a través de aulas virtuales y a través de plataformas virtuales.

Resolución de ejercicios y problemas. La resolución de problemas se fundamenta en procesos creativos utilizando la adquisición de conocimientos significativos y constructivistas. El objetivo básico es dotar de funcionalidad a lo aprendido para que los estudiantes sean capaces de crear nuevas situaciones que les permitan profundizar en los conocimientos adquiridos para hacer frente a situaciones diversas en cuanto a complejidad se refiere. La principal premisa es que no existe una solución exclusiva, pudiendo abordar desde diferentes posturas los problemas planteados, dada la diversidad de variables que se pueden presentar en su planteamiento como: nivel conceptual, procedimental, habilidades, recursos, etc. Deberá presentarse como un método de aprendizaje y disponer de un protocolo de actuación para su resolución. El método consiste en disponer de mecanismos que permitan resolver de forma organizada y planificada el problema, para que se adapte al contexto en el que se plantea. La finalidad es llegar a un ambiente que dé lugar a la toma de posiciones críticas y creativas, siempre con planteamientos que tengan en cuenta consideraciones reales, con los conocimientos previos, estrategias, materiales y recursos necesarios. El camino que lleva a la solución del problema es sumamente constructivo, siendo en muchas ocasiones, el método ensayo-error parte del proceso adecuado. Se puede establecer una sistemática en la solución de los distintos problemas. A continuación se expone un posible procedimiento:

- Plantear, Identificar y definir el problema.
- Realizar un análisis del mismo, para lo cual haremos una recopilación de datos y anotaciones que permita contextualizar la solución aportada.
- Aportar las posibles soluciones de acuerdo con criterios de selección establecidos ajustados a la realidad de los medios disponibles.
- Evaluar las posibles opciones en relación a los criterios establecidos.
- Decidir la solución o soluciones aportando los datos para su realización o implementación.
- Realimentar el proceso. Observar si cumplen los requisitos y la idoneidad de la solución aportada para su optimización.

El método de Pólya (Alfaro, 2006) orientado a la resolución de problemas invita al estudiante a una reflexión debido a que no se limita a planificar su ejecución, sino que además

añade un proceso de retroalimentación que aportará alternativas para seleccionar la más idónea.

Contrato didáctico o aprendizaje (*Learning Contract*): Se entiende como el documento de compromiso que se establece entre el profesor y el estudiante, mediante una propuesta de trabajo autónomo y supervisado durante su desarrollo con la finalidad de conseguir unos aprendizajes previamente programados. Esta relación exige una programación que marque las premisas de plazos y responsabilidades de ambas partes. Para la conclusión de dicho acuerdo se firma por ambas partes.

Aprendizaje por proyectos. APP (*Learning by Projects*): Este sistema de trabajo se puede considerar con un carácter didáctico globalizador. Se fundamenta en el aprendizaje constructivista, en el que se llevarán a cabo aprendizajes significativos, donde se establece un sistema de aprendizaje individualizado, a la vez que favorecedor de interrelaciones alumno-alumno y alumno-profesor. Es, por tanto, una metodología muy adecuada para generar competencias específicas, transversales y sistémicas. El planteamiento parte de una estructura del siguiente tipo: En **primer lugar**, el planteamiento que identificará el problema y determinará los objetivos que se pretenden conseguir, propiciando una búsqueda, registro y análisis de información previa sobre el proyecto a desarrollar; en **segundo lugar**, el diseño con aportaciones gráficas y visuales que contribuyen a distintas perspectivas de soluciones; en **tercer lugar**, planificación para disponer de los medios, recursos técnicos y materiales necesarios para la realización del proyecto o la creación del prototipo a desarrollar; en **cuarto lugar**, evaluación de resultados que propicien una realimentación; en **quinto lugar**, realización, si procede; y, por **último**, una memoria final que recoja todos los aspectos relevantes para su divulgación. El método se basa en el estudio y trabajo personal del estudiante y tiene como vía de aprendizaje el **planteamiento de un problema o necesidad real o ficticia**, surgido como propuesta externa o personal, orientada a la solución o ejecución mediante el uso de recursos y conocimientos previos que requerirá un trabajo intelectual. Este sistema presenta una motivación añadida, al ver la materialización del resultado y en algunos casos la implementación de soluciones a través de los conceptos adquiridos; siendo considerada una metodología idónea aplicable en las enseñanzas técnicas y en las ciencias básicas y experimentales. (Dewey, 2007)

Aprendizaje a través de aulas virtuales: El aprendizaje mediante aulas virtuales se suele clasificar como un “recurso” o incluso una “modalidad de organización” complementaria a la docencia presencial, aunque dados los desarrollos actuales ya implica una metodología en sí misma. Citamos varios ejemplos: WebQuest, blog, wikis y el trabajo conjunto en Web, etc.

Aprendizaje a través de plataformas virtuales: Estas plataformas ocupan en la actualidad una parte importante de las actividades docentes, siendo necesario analizar las aportaciones que suponen en el proceso de enseñanza-aprendizaje autorregulado. Por tanto es necesario incluirla como método relevante en el contexto actual. Estos instrumentos metodológicos implican un proceso de formación y transformación por parte del profesorado que revierte de forma positiva en la función docente. Como toda innovación, es un proceso progresivo y adaptativo, lo cual conlleva tiempo y esfuerzo para desarrollar su potencialidad, ya que estos métodos activos crecen implantando nuevas posibilidades y se van generando

recursos virtuales pedagógicos inexplorados. Esta metodología es aplicable, tanto de forma individual como grupal. Algunos ejemplos planteados por (Macías, 2010) se exponen en la Figura 4.4.

Plataformas de software libre	Plataformas de software privado
Moodle	ECollege
Sakai	EDoceo
Claroline	Desire2Learn
eKasi	Blackboard
Dokeos	Skillfactory
Ilias	Delfos LMS
LRN	Prometeo
ATutor	Composica
Lon-CAPA	WebCT

Figura 4.4- Distintas plataformas virtuales. Fuente Macías (2010)

4.4.1.3 Metodologías basadas en el trabajo en grupo

El trabajo en grupo como metodología activa de participación presenta unas características ventajosas en la adquisición de competencias generales, específicas y sistémicas, por lo que resulta interesante su realización. Estas prácticas conllevan una preparación necesaria para evitar caer en la improvisación y poder disponer de adecuados instrumentos de evaluación y calificación, lo cual puede dificultar en un principio su desarrollo, pero superados estos inconvenientes las ventajas compensan considerablemente los resultados de aprendizaje obtenidos. Aspectos como las relaciones interpersonales, las técnicas de relación y comunicación o de trabajo en grupo se pueden realizar mediante un trabajo cooperativo. La evaluación de esta metodología puede llevarse a cabo con instrumentos que facilitan la autoevaluación y coevaluación, prestando un valor fundamental al carácter formativo de la evaluación.

Método cooperativo o colaborativo: El modelo presenta una alternativa opuesta a sistemas de aprendizaje basados en el carácter competitivo e individualista de algunos métodos de trabajo. Este método pretende desarrollar un trabajo en grupo para que cada individuo mejore su aprendizaje y, a su vez, el de todos sus componentes. También pretende alcanzar unos resultados de aprendizaje relacionados con la actividad propuesta y, por otro lado, que dichos resultados sean alcanzados por todos los miembros del grupo. Para que el trabajo cooperativo sea efectivo es necesario que existan intereses comunes en la consecución de los objetivos planteados, sintiéndose de esta forma recompensados todos los integrantes del grupo por el carácter funcional del método. Los métodos de aprendizaje cooperativo tratan de organizar pequeños grupos con la finalidad de crear nexos y requisitos necesarios para la cooperación. Los métodos más adecuados están en función del contexto en el que se desarrolle el aprendizaje y que mejor se adapte a las necesidades, en función de: los recursos materiales, el grupo, los alumnos y la actividad a desarrollar, de manera que aporten condiciones que faciliten el aprendizaje colaborativo (Monereo & Duran, 2002; Ovejero, 1990;

Á Pérez-Pueyo et al., 2008). Este tipo de metodología fomenta el desarrollo del sentido de responsabilidad individual, dando importancia a la tarea propia y participando en la de los demás, esta implicación dará lugar al el éxito del grupo (Johnson & Johnson, 1994).

Aprendizaje basado en problemas (ABP) (*Problem Based Learning, PBL*). La metodología ABP pretende un aprendizaje basado en la investigación y reflexión que siguen los alumnos para resolver un problema planteado por el profesor y llegar a una solución o soluciones válidas que cumplan los requisitos planteados. Siguiendo unos pasos estructurados, el profesor expone la materia específica correspondiente a los conocimientos a desarrollar, proponiendo la actividad relacionada con dichos contenidos con la finalidad de obtener competencias específicas relacionadas con los conocimientos adquiridos y aplicados en la solución de un problema real o ficticio (Barrow, Lyte, & Butterworth, 2002). Según Barrows (1986) este es “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”. De esta forma, el estudiante presenta un papel activo en su proceso enseñanza-aprendizaje. En el mismo sentido, Benito y Cruz (2005) consideran el ABP un método favorecedor del razonamiento eficaz y la creatividad que al mismo tiempo, desarrolla competencias relacionadas con estrategias de búsqueda, análisis y selección de información (Cruz, Benito, Cáceres, & Alba, 2007). En referencia a las competencias trabajadas destacan (De Miguel Díaz, 2005): la resolución de problemas; la toma de decisiones; el trabajo en equipo; las habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información); otras relacionadas con actitudes y valores: tolerancia, constancia, estrategias críticas y autocríticas, lo cual implicará una mayor adaptación a exigencias tanto académicas como profesionales (Escribano, 2008).

Seminario clásico: Esta metodología toma como referencia el seminario de investigación alemán y parte de la idea de que cada componente está integrado en el proceso enseñanza-aprendizaje. La adquisición de los conocimientos vendrá del aprendizaje activo y compartido con el resto de los componentes del seminario y con el docente. La forma de acceder a los trabajos realizados será mediante las exposiciones de los participantes cuando ejerzan como relatores, correlatores y protocolantes. Está considerado como un grupo de aprendizaje activo, donde los estudiantes realizan un aprendizaje explorativo, recogiendo información con sus propios recursos. El método se desarrolla en un ambiente colaborativo y compartido. El seminario cumple, simultáneamente, una función **docente e investigadora**. Este sistema dará lugar a competencias relacionadas con la capacidad de aprender a aprender y permitirá a los estudiantes familiarizarse con medios de investigación y reflexión. El número de estudiantes sugerido para realizar un seminario está comprendido en torno a 10 o 15 alumnos. El Seminario es fundamentalmente una práctica docente, en la cual el profesor actuará como experto y animador; y los resultados de aprendizaje de los estudiantes estarán relacionados con habilidades de exploración y estudio en profundidad de un tema especializado. Las diferentes fases para su preparación son: **lecturas** básicas de referencia, aportadas por el profesor, que se desarrollan y amplían mediante la investigación realizada por el estudiante; **redacción**, se hará de forma progresiva y tutorizada por el profesor; **exposición oral o relatoría**, es la exposición del estudiante y versa sobre la investigación, con un punto de vista crítico, personal y participante. La correlación se realiza mediante la participación de los componentes del seminario. Estas intervenciones contribuyen a complementar el trabajo de forma constructiva, dando lugar a un “aprendizaje cooperativo”. El director del seminario será

el profesor que se encargará de dirigir y orientar su desarrollo con unos resultados de aprendizaje encaminados a incentivar el trabajo grupal y evitar las discusiones improductivas, logrando sacar el mayor provecho de cada sesión. El protocolante es el encargado de registrar, a modo de acta, el desarrollo de la sesión; el protocolo aporta datos organizativos del seminario (fecha, lugar, hora de inicio y terminación, tema, participantes y roles), así como el desarrollo de la sesión, destacando los aspectos más relevantes, discusiones, acuerdos establecidos y puntos pendientes abiertos.

Ponencias: Se presenta una propuesta o comunicación sobre un tema objeto de análisis y valoración en una asamblea. Como método de aprendizaje se puede entender un discurso o presentación realizada por una persona en un auditorio. Existiendo diversos tipos en función de los objetivos que se establezcan: las exposiciones científicas, argumentación académica, presentaciones técnicas, etc. Cuando la finalidad se centra en la presentación de un proyecto o una propuesta en general, exige un conocimiento concienzudo, capaz de captar y persuadir al auditorio. La ponencia constará básicamente de una introducción, un cuerpo central y unas conclusiones finales del tema tratado. El empleo de recursos audiovisuales, de forma planificada, ayuda a comunicar de forma clara y amena los conceptos y los términos. Es preciso permitir un tiempo para las preguntas o el diálogo. El ponente debe favorecer la participación del auditorio mediante la realización de consultas, respondiendo a las mismas de forma clara, concisa y con respuestas dirigidas a todos los asistentes, evitando la personalización. Esta metodología resulta de gran importancia para la adquisición de competencias relacionadas con el uso de técnicas de comunicación y de relación. Resulta, también, muy interesante en el desarrollo de las distintas competencias genéricas, específicas y sistémicas.

Panel de expertos: Esta estrategia metodológica se fundamenta en la creación de un grupo de especialistas. En el caso de los estudiantes, serán aquellos que hayan desarrollado un conocimiento más profundo en el tema objeto del aprendizaje. Este grupo trata de evaluar áreas específicas que requieran un conocimiento elevado. La finalidad de esta metodología es potenciar un juicio colectivo y consensuado sobre una materia, bien referido al conjunto o a determinadas partes del tema objeto de estudio. El trabajo concluirá con un informe de los expertos, que será parte fundamental para la evaluación del estudio confiado al grupo. La estructura incluirá: resumen, terminología de referencia, composición del panel, pruebas, hipótesis establecidas, análisis realizados y juicio de los expertos, dejando constancia de los puntos de consenso.

Debate: Toma como punto de partida posturas controvertidas respecto de un tema compartido con dos personas o grupos. El director y moderador realizará las preguntas entre los que defienden una postura (atacantes) y los que defienden la contraria (defensores). Las intervenciones se llevarán a cabo con presencia de público asistente. Las preguntas se van alternando de unos a otros con un tiempo de intervención limitado y dentro de un orden de establecido, pasando el turno, en caso de que no se responda a una pregunta, al debatiente que corresponda. Las fases en las que se puede realizar el debate parten de las consideraciones básicas llevadas a efecto en la práctica, de forma planificada y para evitar la improvisación, que, según López Pastor (2009) son las que a continuación se exponen:

- **Fase de preparación.** Se llevará a cabo mediante materiales comunes que comprenderán: instrucciones generales que van a tener lugar durante la intervención; realización de un documento con una relación de fuentes de información que servirán para la presentación y el propio debate; utilización de notas que puedan surgir durante la entrevista. Partiendo de estas consideraciones se elaborará la intervención con los objetivos y contenidos necesarios con una extensión previamente limitada.
- **Fase de presentación.** Se establecerá un tiempo y un público que será el que realice la evaluación, independientemente de que pueda ser una sesión abierta a otros estudiantes. La opción de intervenir puede estar limitada.
- **Fase de discusión.** Posteriormente a la presentación hay un tiempo mínimo de preparación del debate y se realizarán preguntas que los estudiantes irán respondiendo y argumentando.
- **Fase de interacción.** Es imprescindible que el debate se relacione con los objetivos previstos y que se incluyan aspectos sobre los conocimientos más allá de la presentación, con argumentación y motivación.

4.5 Sistemas de Evaluación

4.5.1 Implicación de la Evaluación en el Espacio Europeo de Educación Superior

La convergencia al EEES implica variaciones sustanciales en cuanto a enfoques de aprendizaje, metodologías y sistemas de evaluación. Se han señalado en apartados anteriores las implicaciones en el planteamiento básico, donde el alumno tiene que asumir un papel protagonista en la adquisición de conocimientos, pasando de un método denominado bancario a otro dialógico, así como de un aprendizaje superficial a aprendizajes profundos y estratégicos. Estos planteamientos implican cambios sustanciales que afectan a metodologías, sistemas de planificación y evaluación de los docentes universitarios; afectando, tanto a la organización de actividades, como a los procesos de aprendizaje y sistema de evaluación formativa compartida. Los sistemas de evaluación tradicionales deben readaptarse si queremos que el cambio sea efectivo, ya que si continuamos realizando el sistema de evaluación tradicional, nada cambiará en el proceso de aprendizaje de nuestros alumnos.

4.5.2 Concepto de Evaluación

En numerosas ocasiones, el concepto de evaluación en educación universitaria se toma asociado única y exclusivamente al de calificación, asociado a su vez con exámenes, controles, tests, etc. (Álvarez Méndez, 2001; Martín, 2000; M. Á Zabalza Beraza, 2003). El mayor problema no está solo en la confusión que pueda existir en torno a la terminología, sino también en el hecho del detrimento y dominio de las prácticas calificativas (Álvarez Méndez, 2001; Fernández Sierra, 1996), quedando relegado el papel formativo de la evaluación a la evaluación sumativa y determinante de la nota. En este caso, en que todo el proceso de evaluación se dirige prácticamente hacia la calificación, se producen unas limitaciones sustanciales en los procesos de enseñanza-aprendizaje, restringiendo el potencial de la evaluación de forma ostensible a los protagonistas del aprendizaje: estudiantes y docentes. Estas prácticas son más habituales de lo que pudiera parecer, considerándose en algunos casos, por una parte significativa del profesorado, el único método posible con el que se puede evaluar (López-Pastor, 2004).

Otros autores, como Sanmartí (2007), definen la evaluación como *“el proceso de recogida y análisis de información destinado a describir la realidad, emitir juicios de valor y facilitar la toma de decisiones”*, considerando que pueden existir dos finalidades: una social relacionada directamente con la calificación y la certificación académica, y las pedagógicas y reguladoras, que estudian los cambios en el proceso para conseguir mejoras en el aprendizaje.

Chivite (2000) se refiere a la evaluación como un conjunto organizado de elementos que se relacionan de forma ordenada, obteniendo una unidad funcional como herramienta de apoyo fundamental al proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación también se entiende como el conjunto de pruebas y exámenes escritos, orales y prácticos, así como proyectos y trabajos, utilizados para evaluar el progreso del estudiante en la unidad o módulo del curso. Pueden ser empleadas por los propios estudiantes para evaluar su propio progreso (evaluación formativa) o por la universidad para juzgar si la unidad o el módulo del curso han concluido

satisfactoriamente en relación a los resultados del aprendizaje previstos de la unidad o módulo del curso en cuestión (evaluación acumulativa o continua) (J. González & Wagenaar, 2006).

En términos generales, los criterios que deben guiar los cambios en la evaluación se pueden resumir del siguiente modo (M. A. Zabalza Beraza, 2001):

- Debe servir para ayudar a los alumnos a desarrollar sus capacidades.
- Debe referirse a todos los objetivos formativos, esto es, ser integradora.
- Debe estar inmersa en el desarrollo habitual del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Debe ser parte integrante del proceso formativo.
- Debe ser coherente con el estilo de trabajo en el aula.
- Debe ser inicial, de proceso y final.
- Debe ser formativa.
- Debe incluir demandas cognitivas variadas y progresivas.
- Debe incluir información previa y posterior.

4.5.3 Terminología asociada

Comenzamos con las descripciones de los términos más comunes que aplicamos cuando hablamos de procesos de evaluación.

Evaluación Inicial Diagnóstica. Esta evaluación pretende situar en qué contexto, en cuanto a nivel de competencias y conocimientos, se encuentran los estudiantes para poder construir y profundizar en nuevos aprendizajes. El momento adecuado para dicha evaluación se considera en los inicios de nuevas materias. Los contenidos se valoran no solo en el aspecto teórico, sino también en las habilidades o actitudes que se pretende obtener.

Evaluación Sumativa. Se habla de evaluación sumativa para designar la forma mediante la cual se mide y juzga el aprendizaje con el fin de certificarlo, asignar calificaciones, determinar promociones, etc.

Evaluación Final. Se realiza al final de un periodo educativo, su objetivo básico es la constatación de los aprendizajes desarrollados durante el mismo (también puede servir como evaluación inicial del paso siguiente).

Evaluación Formativa. Proceso desarrollado a lo largo de la evaluación continua que forma parte intrínseca al proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo indicador de los resultados de aprendizaje y orienta sobre las correcciones convenientes en el proceso enseñanza-aprendizaje. A este tipo de evaluación se dedica el capítulo 5.

Evaluación Continua. Forma parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, y su finalidad es la realimentación del proceso para adecuarlo a la realidad concreta y a las competencias que se pretenden alcanzar como resultado del aprendizaje.

Evaluación Colaborativa o Compartida: *“procesos dialógicos que mantiene el profesorado con el alumno sobre la evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje que se han dado. Estos diálogos pueden ser individuales o grupales”* (López-Pastor, 2009). Método que se utiliza en la evaluación continua formativa compartida, obteniendo la información de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Autoevaluación. El alumno se evalúa a sí mismo. Resulta del proceso en el cuál el estudiante es protagonista en su valoración, ejerciendo una autocrítica y realizando una valoración cualitativa y cuantitativa sobre las actividades desarrolladas. Induce la retroalimentación para la mejora del propio proceso de aprendizaje del alumno. Promociona el espíritu crítico.

Coevaluación. El alumno evalúa a otro alumno teniendo en cuenta los criterios e indicadores de evaluación establecidos. Este tipo de evaluación fomenta la reflexión y la crítica de los alumnos. Mejora su responsabilidad y les ayuda a identificarse con el trabajo.

Heteroevaluación. El docente evalúa al alumno. El profesor evalúa lo que el estudiante ha realizado. Este tipo de evaluación permite identificar las debilidades y/o errores que el alumno debe y puede mejorar.

Instrumentos de Evaluación. “Conjunto de herramientas que forman parte del proceso de evaluación y llevan asociadas una serie de criterios “de o para” la valoración (evaluación) que proporcionan información sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje [...] y que desde una perspectiva formativa ofrecen retroalimentación al alumnado para mejorar “durante” el proceso, generando motivación” (López-Pastor, 2009).

Instrumentos de calificación. Conjunto de herramientas que forman parte del proceso de calificación y llevan asociadas una serie de criterios de calificación y su correspondiente porcentaje de la calificación total (Á Pérez-Pueyo et al., 2008).

Criterios de calificación. Son las normas de un instrumento de calificación concreto, y determinan el valor de los resultados de los trabajos realizados por los alumnos, lo que implica que cada instrumento tiene sus propios criterios de calificación. Podemos considerarlos indicadores de logro cuantificables (Á Pérez-Pueyo et al., 2008).

4.5.4 Cualificación y competencia

La palabra **competencias** ha cobrado una relevancia en el Marco de la Educación de hoy en día, es por ello que existen múltiples publicaciones acerca de la definición de dicho concepto. En torno a las competencias se desarrolla el planteamiento de nuestra labor docente, resultados de aprendizaje, objetivos, tareas, procesos de evaluación, etc.

En el nivel educativo universitario, la aparición del concepto de competencia se ve ligado a la necesidad de adaptar el mapa de titulaciones a perfiles profesionales, surge en el

momento en el que las titulaciones deben adaptarse al EEES y promover el libre mercado de trabajo entre los titulados europeos. De esta forma se crea el Marco de Cualificaciones Europeo con el objetivo de homologar y unificar perfiles profesionales (*Descriptors defining levels in the European Qualifications Framework (EQF) - European Commission.2015*) que define la **cualificación** como “el resultado formal de un proceso de evaluación y validación que se obtiene cuando un organismo competente establece que el aprendizaje de un individuo ha superado un nivel determinado”. A partir de las cualificaciones se van definiendo las competencias y unidades de competencia que debe adquirir un individuo para llegar a tener las cualificaciones que componen las titulaciones.

El **EQF-MEC**, Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje a lo Largo de la Vida, es un marco común de referencia creado por la Unión Europea que relaciona sistemas de cualificaciones de los países para mejorar la interpretación y comprensión de las cualificaciones de diferentes países y sistemas de Europa. Lo que se pretende con esto es mejorar la movilidad de los ciudadanos y la cooperación entre países, así como fomentar el aprendizaje a lo largo de la vida y facilitar el reconocimiento de aprendizaje por vías distintas a las regladas.

El Marco Europeo define ocho niveles basados en Resultados de Aprendizaje, es decir, en aquello que una persona sabe, comprende y además es capaz de hacer al finalizar un proceso de aprendizaje. Estos ocho niveles van desde el inicial básico, hasta el nivel máximo, que correspondería a un doctorado. Los Resultados de Aprendizaje se dividen en tres indicadores: conocimientos, destrezas y competencias. Para cada nivel se define una serie de descriptores para cada uno de estos indicadores, **Anexo A**. European Qualifications Framework-Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (EQF-MEC) . A continuación, se enumeran los descriptores de los conocimientos que para los ocho niveles define el EQF:

- **Nivel 1:** Conocimientos generales básicos.
- **Nivel 2:** Conocimientos fácticos básicos en un campo de trabajo o estudio concreto.
- **Nivel 3:** Conocimiento de hechos, principios, procesos y conceptos generales en un campo del trabajo o estudio concreto.
- **Nivel 4:** Conocimientos fácticos y teóricos en contextos amplios en un campo de trabajo o estudio concreto.
- **Nivel 5:** Amplios conocimientos especializados, fácticos y teóricos, en un campo de trabajo o estudio concreto, siendo consciente de los límites de esos conocimientos.
- **Nivel 6:** Conocimientos avanzados en un campo de trabajo o estudio que requiera una comprensión crítica de teorías y principios
- **Nivel 7:** Conocimientos altamente especializados, algunos de ellos a la vanguardia en un campo de trabajo o estudio concreto, que sienten las bases de un pensamiento o investigación originales. Conciencia crítica de cuestiones de conocimiento en un campo concreto y en el punto de articulación entre diversos campos.

- **Nivel 8:** Conocimientos en la frontera más avanzada de un campo de trabajo o estudio concreto y en el punto de articulación entre diversos campos.

Se extraen, a continuación, las competencias que indica el Marco Europeo de Cualificaciones para los tres últimos niveles, que son los correspondientes al sistema universitario. En el EQF, la competencia se describe en términos de responsabilidad y autonomía.

- Nivel 6:
 - Gestión de actividades o proyectos técnicos o profesionales complejos, asumiendo responsabilidades por la toma de decisiones en contextos de trabajo o estudio imprevisibles.
 - Asunción de responsabilidades en lo que respecta a la gestión del desarrollo profesional de particulares y grupos.
- Nivel 7:
 - Gestión y transformación de contextos de trabajo o estudio complejos, imprevisibles y que requieren nuevos planteamientos estratégicos.
 - Asunción de responsabilidades en lo que respecta al desarrollo de conocimientos y/o prácticas profesionales y a la revisión del rendimiento estratégico de equipos.
- Nivel 8:
 - Autoridad, innovación, autonomía, integridad académica y profesional y compromiso continuo, sustancial y acreditado, respecto al desarrollo de nuevas ideas o procesos en la vanguardia de contextos de trabajo o estudio, incluida la investigación.

Análogamente, en España se crea el Marco Español de Cualificaciones para el aprendizaje a lo largo de la vida (**MECU**). El MECU va a permitir comparar las cualificaciones reconocidas en España con las del resto de Europa mediante su equivalencia con el **EQF**. El MECU es un marco nacional de cualificaciones, incluye cualificaciones obtenidas fuera del Sistema Educativo (mediante formación en el trabajo, actividad laboral, etc.) y cualificaciones obtenidas dentro del Sistema Educativo. Dentro del marco nacional reseñamos dos marcos sectoriales: el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales (**CNCP**), que comprende las cualificaciones profesionales más significativas del sistema productivo español, organizadas en familias profesionales y niveles, y cuyo organismo de referencia es el Instituto Nacional de las Cualificaciones (**INCUAL**) del Ministerio de Educación; y el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (**MECES**), cuyo organismo referente es la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (**ANECA**).

Los criterios para determinar los niveles se basarán, al igual que el **EQF**, en los resultados del aprendizaje, es decir, en las capacidades que se han adquirido, independientemente del modo de aprendizaje (sistema de educación reglado, experiencia a lo largo de la vida, cursos de formación en entidades acreditadas, etc.). El Marco Español de

Cualificaciones es el instrumento que promueve y mejora el acceso de todos los individuos al aprendizaje permanente, así como el reconocimiento y el uso de las cualificaciones a nivel nacional y comunitario.

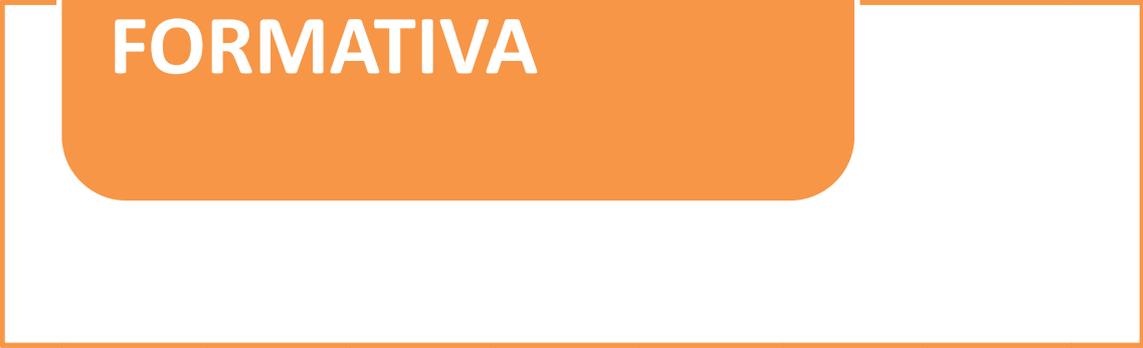
Las competencias se definen a partir de las cualificaciones deseadas, por lo que para cada titulación se desarrolla una serie de competencias que el estudiante debe obtener.

La **cualificación** profesional es el “conjunto de competencias profesionales con significación en el empleo que pueden ser adquiridas mediante formación modular u otros tipos de formación, así como a través de la experiencia laboral” (Ley 5/2002 de las Cualificaciones y de la Formación Profesional).

El proyecto Tuning aclara que “las **competencias** representan una combinación dinámica de conocimiento, comprensión, capacidades y habilidades. Fomentar las competencias es el objeto de los programas educativos. Las competencias se forman en varias unidades del curso y son evaluadas en diferentes etapas. Pueden estar divididas en competencias relacionadas con un área de conocimiento (específicas de un campo de estudio) y competencias genéricas (comunes para cualquier curso)”.(J. González & Wagenaar, 2006)



**EVALUACIÓN
FORMATIVA**



5 EVALUACIÓN FORMATIVA

La práctica de la formación mediante la evaluación, entre otros propósitos, pretende que los estudiantes adquieran una metodología de trabajo que les capacite para realizar y decidir habilidades y técnicas de comunicación y relación (habilidad de gestión, coordinación y técnicas de grupo). Esto implica el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes en los ámbitos del conocimiento, los métodos y los procesos, y las actitudes en la formación.

Conocimiento. Investigación y selección de información de forma genérica y específica sobre los temas que se desean abordar, pretendiendo una comprensión profunda de la materia o asignatura al relacionarlos con las aplicaciones y problemas reales que se presentan en el desempeño profesional. Así mismo, se pretende potenciar la motivación para el aprendizaje.

Métodos y procesos. Valoración crítica y autocrítica de forma creativa y constructiva por parte de los estudiantes, siendo capaces de sintetizar los aspectos más notables a valorar y utiliza diversos sistemas de expresión, tanto oral como escrita, y ser capaces de afrontar dichas situaciones de forma autónoma.

Actitudes: Este cambio de nivel educativo implica el compromiso, la responsabilidad y la constancia con valoraciones en las áreas técnicas, medioambientales y socio-culturales para valorar las posibilidades y limitaciones que puedan existir.

5.1 Instrumentos para la evaluación formativa

La utilización de distintos métodos de evaluación en algunas ocasiones puede presentar problemas en su implementación, para lo cual es importante conocer las posibilidades de cada uno de ellos; de esta forma, se busca la eficiencia en función del contexto en el que nos encontremos. Se realiza una primera clasificación basada en el canal de comunicación predominante: canal visual (observación), canal escrito y canal oral.

5.1.1 Instrumentos de evaluación basados en la observación

Diarios de clase. En ellos se realizan las anotaciones personales de carácter profesional de la educación. Este sistema es un excelente procedimiento para mejorar la calidad del trabajo personal, a la vez que un buen método para el desarrollo profesional de la función docente. Esta práctica, cuando es habitual, se convierte también en una forma de "distanciamiento" que permite mirar con perspectiva el propio modo de actuar en la clase con el alumnado.

Escala de estimación. Es un instrumento que permite registrar la actuación de los estudiantes, tomando como referencia una serie de indicadores previamente establecidos y en el que es necesario un acuerdo en común con los estudiantes.

Escala de observación. Se registran en una plantilla aquellas apreciaciones relacionadas con las competencias generales y específicas observadas en los estudiantes

Lista de control. En este documento se realiza una enumeración de características, habilidades, rasgos, conductas, atributos o secuencia de acciones, determinando si se verifican o no en el estudiante objeto del control.

Registro de anécdotas. En este registro se hacen constar hechos, actitudes, comportamientos o anécdotas que el profesor considera significativos para el proceso de inter-aprendizaje. Estas anotaciones muestran evidencias sobre los cambios en el alumno durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Otros datos que se hacen constar son la fecha, el curso, el nombre del alumno y del observador, el lugar de la observación, una breve descripción del contexto en el que sucede el evento, así como una descripción del incidente, acompañada de una interpretación y valoración del hecho observado. (López-Pastor, 2009)

5.1.2 Instrumentos de evaluación basados en la comunicación escrita

La importancia de este tipo de instrumentos de evaluación toma un valor añadido debido a que el documento que se genera aporta un testigo fiel del trabajo realizado. Dentro de los tipos que se pueden presentar nos encontramos con una gran variedad, como se expone a continuación:

- **Cuaderno de campo.** Este modelo está orientado a la realización de trabajos prácticos registrando informaciones que describen la práctica y anotan los resultados obtenidos para su interpretación.
- **Dossier.** Se denomina de esta forma al conjunto de documentos relativos a una materia o asignatura (memorias, informes, anexos, registros bibliográficos, etc.). Dichos documentos contienen todo el material recopilado en una determinada materia o asignatura, con el alcance y profundidad adecuados.
- **Ensayo.** Se exponen una o más ideas utilizando argumentación que aún no sea de mucha profundidad de detalles ni incluya demostraciones, es interesante e importante para las ideas tratadas.
- **Examen.** Esta prueba consiste en la realización de cuestiones que pueden ser orientadas a una respuesta abierta o a una respuesta cerrada. Los exámenes de respuestas abiertas implican una contestación a desarrollar, para lo cual se dispone de un tiempo asignado con antelación. Por otro lado, la respuesta cerrada está limitada a un número de contestaciones verdaderas o falsas en las que se solicita la respuesta verdadera, las técnicas de este tipo de exámenes exigen una elaboración exhaustiva para obtener unos resultados fieles a la realidad y que el factor del azar se reduzca en lo posible. La fiabilidad de estos exámenes se consigue con un número adecuado de preguntas que tienen relación con el tema o los temas objeto de la prueba y, por otro lado, con la penalización adecuada en las preguntas que no sean correctas. Es preciso que las preguntas sean claras, teniendo como principal objetivo conocer la profundidad y claridad de conocimientos del estudiante.

En este tipo de pruebas puede utilizarse la evaluación compartida y la autoevaluación, dando en este caso un valor formativo al examen si se establecen de antemano unos criterios para la valoración de forma clara y concisa.

- **Fichas de prácticas.** Este documento presenta una referencia básica para la realización de una determinada actividad, en la que se concretan aquellos apartados y registros de datos requeridos para su realización. De esta forma, se deja constancia de la tarea realizada y los datos obtenidos, siendo un elemento de corrección que se debe controlar. Este sistema se puede utilizar para la autoevaluación y/o para la coevaluación, realizando así un aprendizaje que fomenta la participación, para lo cual deben de existir unos claros criterios previos de valoración.
- **Informe.** Se presenta un breve documento en el que se destacan las características más importantes de un tema y se propone la forma en la que puede ser abordado. En muchos casos, dicho documento presenta un registro, análisis y síntesis de datos correspondientes a distintas actividades desarrolladas (explicaciones, debates, charlas, lecturas, etc.).
- **Memoria:** Este documento aporta la recogida de información que se elabora a la finalización de un trabajo, tema o actividad. Las partes notables de dicho documento son: título relacionado con la tarea; índices, contenidos, tablas y figuras; introducción haciendo una referencia a la motivación personal, objetivos básicos, alcance de los contenidos y conclusiones; contexto teórico en el que se realiza: conceptos, teorías, bibliografía, etc.; metodología empleada, como procesos y técnicas empleadas; resultados, donde se valoran los objetivos propuestos y se autoevalúan los logros obtenidos; conclusiones finales; referencias bibliográficas; glosario, terminología específica del trabajo desarrollado; y anexos que son aquellos documentos que son de tipo aclaratorio o están vinculados al trabajo realizado.
- **Portafolio.** Forma un conjunto de evidencias sobre un proceso de aprendizaje, en el cual se hace hincapié en lo que realmente se considera de interés. Esto requiere que el estudiante justifique la elección de una forma razonada, argumentando y relacionando su contenido en el contexto de las aportaciones presentadas por el propio estudiante, grupo de trabajo o por el profesor.
- **Proyecto.** Su desarrollo presenta las propuestas a la solución de una tarea de creación, con objetivos, diseños, actividades organizadas, procesos y métodos, temporalización, recursos, normativa, etc., teniendo como finalidad su implementación para el problema que se estudió. Se elabora una memoria o informe una vez que se haya realizado.
- **Trabajo Escrito.** Se caracteriza por tener un guion previo que puede abarcar uno o más temas que se relacionen entre sí. En dicho trabajo se buscan los aspectos más destacados de la materia objeto de estudio. El trabajo se desarrolla de acuerdo a una plantilla previamente establecida en la que figurará una portada y los apartados que se estimen necesarios. Existirá una temporalización adecuada que permita un margen de búsqueda, registro y que mediante una reflexión se realice una selección de la documentación obtenida. Es necesario establecer unos criterios previos de evaluación, potenciando de esta forma el carácter formativo de este documento.

- **Rúbrica.** A continuación referimos varias definiciones de diversos autores en las que se describe el concepto de rúbrica:

“La rúbrica es el instrumento que establece una escala descriptiva de los aspectos a observar identificando, generalmente, cuatro niveles o indicadores de logro. Estos niveles suelen diferenciarse con adverbios del tipo siempre, casi siempre, a veces, nunca o similares. Su valoración suele tener carácter cualitativo (Muy bien, Bien, Regular, Mal o similar) y en algunos casos identificados niveles numéricos de 1 a 4. Su carácter suele ser fundamentalmente evaluador y no calificador” (A. Pérez-Pueyo, en prensa).

“Guías de puntuación que describen las características específicas del desempeño de un producto, proyecto o tarea en varios niveles de rendimiento o ejecución”. (Blanco, 2008).

“Herramienta versátil que puede utilizarse de forma muy diferente para evaluar y para tutorizar los trabajos de los estudiantes” (Bilbatua & Egizabal, 2010).

“Se trata de un instrumento útil para proporcionar retroalimentación al alumnado durante las sesiones de tutoría, por disponer de información detallada sobre su nivel de desempeño en una determinada tarea...El instrumento acota y clarifica el marco general de la tarea a realizar, ayuda en la orientación y seguimiento y centra las conversaciones del grupo con las docentes” (Raposo & Martínez, 2011).

Muchos autores enuncian las garantías que este instrumento de evaluación tiene sobre los procesos estratégicos en la docencia (Díaz Barriga, 2004; Díaz-Barriga Arceo & Hernández Rojas, 2002).

El beneficio de este instrumento se encuentra en la retroalimentación que proporciona al estudiante. Para obtener mejores resultados al aplicar este instrumento, se añaden niveles de logro a aquellos aspectos de mayor relevancia, en este caso la rúbrica empieza a ser modificada y parece más lógico cambiar de instrumento para que se ajuste mejor a nuestros intereses, en este caso proponemos las escalas de valoración (A. Pérez-Pueyo, en prensa).

- **Escala de Valoración.** Las escalas de valoración son instrumentos de evaluación que se pueden confundir con las rúbricas, por eso que se definen como:

“Las escalas de valoración son el instrumento de evaluación, y generalmente también de calificación, en el que cada aspecto a valorar tiene un porcentaje del valor total y a cada uno de ellos se le subdivide descriptivamente en tantos niveles de logro como sea posible identificar la realización del mismo. Además, se le otorga un valor decreciente desde el máximo establecido porcentualmente al aspecto a observar, al mínimo observable. Se pueden establecer niveles mínimos o requisitos de realización para una evaluación positiva, los cuales son muy útiles para compensar las incongruencias generadas por la no realización de logros imprescindibles desde el enfoque global de la producción solicitada” (A. Pérez-Pueyo, en prensa).

5.1.3 Instrumentos de evaluación basados en la comunicación verbal

La evaluación por competencias, así como la aplicación de una evaluación formativa compartida, conlleva la utilización de instrumentos escritos y orales. Esta clasificación está referida al predominio del canal utilizado, entendiéndose que los trabajos escritos pueden disponer de una fase oral de trabajo tutorizado o en grupo y los orales pueden hacer uso de documentación escrita como recurso de apoyo en presentaciones básicamente de predominio oral.

El mayor inconveniente que pueden presentar los instrumentos de expresión oral se deriva del número de alumnos. Esta circunstancia ha provocado una tendencia al desuso. Otro inconveniente que presenta es la dificultad de temporalización para el desarrollo, y la complicación que supone el registro y consulta de posibles reclamaciones que pudieran surgir. Esta circunstancia limita sustancialmente su uso. No obstante, si el contexto lo permite, es un tipo de prueba muy formativa y con unas posibilidades considerables en el desarrollo de competencias. Realizaremos una clasificación de los instrumentos más utilizados en este tipo de evaluación:

- **Debate.** Este tipo de planteamiento parte de un tema o materia que se desea abordar desde perspectivas diferentes, lo que origina la controversia que le caracteriza. Este trabajo tiene que estar bien estructurado para que se lleve a cabo de forma organizada y aporte una experiencia que potencie competencias generales y específicas sobre el tema debatido.
- **Entrevista individual o grupal.** En la entrevista individual se produce una comunicación sobre aspectos concretos que se desean tratar de los temas relacionados con trabajos propuestos, como ocurre en las tutorías individuales. Por otro lado, la entrevista grupal puede ser interesante para simplificar en caso de grupos numerosos: se realizan preguntas a los distintos miembros que componen los grupos con el objetivo de ampliar información sin que dé lugar a discusiones, como sería propio del grupo de discusión.
- **Exposición.** En este tipo de comunicación se realiza una explicación en la que se presentan las ideas con una orientación abierta al debate. Esto aporta un carácter formativo y enriquecedor gracias a las aportaciones de los comentarios que se producen por parte de los participantes, alumnos asistentes y profesores.
- **Grupo de discusión.** En esta ocasión se presenta un debate al grupo sobre un tema común que le afecta. Las preguntas se realizan entre los componentes del grupo. Es preciso que la actividad esté previamente planificada para que se conduzca de forma eficiente. El profesor actúa como moderador a la vez que observador.
- **Grupo de expertos.** En este tipo de metodología se realiza una selección previa de alumnos para determinar un grupo de expertos. Estos hacen una exposición previa para todos sus compañeros como introducción al posterior debate. El debate puede limitarse a sus compañeros o por el contrario, puede estar abierto a la participación de

todos los asistentes. Dicha forma de trabajo dispone de metodologías propias para un desarrollo eficiente.

- **Mesa redonda.** En este caso se plantea a un grupo un tema específico y cada componente de dicho grupo realiza una breve exposición dirigida al resto de estudiantes participantes. Una vez realizado el planteamiento objeto de estudio, se da paso a la participación del público presente para que pueda intervenir. Al finalizar se obtienen conclusiones aclaratorias del tema en cuestión.
- **Ponencia.** Presenta la información de un tema que pretende ser reconocido y aprobado por un grupo de personas implicado en el desarrollo de dicha materia.
- **Comunicación.** Trata de informar sobre un trabajo desarrollado o en proceso de desarrollo. Su objetivo principal es ponerlo en conocimiento del grupo y, en su caso, obtener aportaciones tras una discusión posterior.

De los instrumentos presentados con anterioridad, es importante destacar la aceptación predominante del **portafolio** (A. Pérez-Pueyo et al., 2014). El portafolio presenta una serie de características óptimas en cuanto a su aportación al proceso de aprendizaje y adquisición de competencias. En dicho documento se aporta una selección de evidencias que el alumno determina eligiendo aquellas que considere más significativas. Los portafolios están compuestos por una serie de elementos como: actividades desarrolladas, anotaciones obtenidas de la práctica realizada, guías de trabajo, esquemas, plantillas realizadas, etc. Esta documentación se presenta de acuerdo a un formato preestablecido. No obstante el carácter abierto de dicho documento aporta un gran interés en el proceso de evaluación formativa y compartida. Las evidencias obtenidas por el estudiante se plasman en dicho documento diferenciando entre las evidencias obligatorias, solicitadas por el profesor, y las seleccionadas por los alumnos, aportando éstas un valor añadido al proceso de evaluación (Monereo & Castelló, 2001).

Es necesario contar con una planificación para realizar el portafolio, estableciendo fechas límite de entrega planificadas por el profesor o propuestas por el estudiante, para que se pueda realizar un seguimiento estructurado y sin agobios por un exceso de trabajo que se pueda producir de no seguir un proceso adecuado. El seguimiento debe realizarse con una cadencia adecuada para que se puedan aportar sugerencias que ayuden y den el carácter formativo y compartido que se pretende.

Barrios (2000) establece tres momentos notables en la elaboración del portafolio: **evaluación inicial**, se plantea como punto de partida para las condiciones básicas establecidas para su desarrollo; **segunda evaluación**, verificar que se van obteniendo los objetivos propuestos y corrección de errores que se produjesen; **tercera fase de evaluación**, se llevará a efecto cuando el portafolio esté concluido.

Este documento presenta un formato muy adecuado para poner en práctica la evaluación formativa y compartida, estableciendo unos criterios claros de evaluación, siendo así reflejado por Colén & Giné (2004).



**IDONEIDAD DE LA
EVALUACIÓN FORMATIVA
EN TITULACIONES DE
INGENIERÍA**



6 IDONEIDAD DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA EN TITULACIONES DE INGENIERÍA

6.1 *Introducción*

La implantación de los títulos desarrollados que convergen hacia el EEES ha conllevado el desarrollo de metodologías activas, en algunos casos nuevas, y en otros en desuso, rescatadas para este nuevo escenario. Destaca por su importancia la evaluación formativa, que pasa a promover un papel activo en el estudiante.

La evaluación formativa ha sido aplicada en distintas de áreas de conocimiento, siendo minoritariamente utilizada en las titulaciones de ingeniería. Es por esto que con esta experiencia se pretende trasladar a otras asignaturas de titulaciones similares las posibilidades que ofrece en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La evaluación formativa se utilizará en la elaboración y presentación de trabajos, para lo que se desarrollará un protocolo junto con un conjunto de herramientas que serán de aplicación en las materias de ingeniería.

El caso, objeto de estudio se sitúa en la Escuela de Ingenierías Industrial e Informática (EIII) de la Universidad de León. La EIII está dedicada, desde su inicio, a las ingenierías de la rama Industrial. Posteriormente, en su crecimiento y expansión, se establecieron los títulos de Ingeniería Informática y, finalmente el de Ingeniería Aeroespacial.

Las asignaturas escogidas se han seleccionado por su carácter técnico. Son asignaturas con grupos con un número de alumnos superior a 20 e inferior a 40, ratios ideales para la aplicación del estudio. Las asignaturas no se imparten simultáneamente, una es del primer cuatrimestre y la otra del segundo, con lo cual las ventajas, si se detectan, en la primera serán aplicables en la segunda. La primera de las asignaturas es Generación Eléctrica del Grado de Ingeniería Eléctrica y la segunda Electrotecnia General del Grado de Ingeniería Aeroespacial.

El alumnado apropiado para esta dinámica es el de los últimos cursos de los grados o de máster, esto se cumple en una de las asignaturas elegidas, no obstante en la otra, que es de segundo curso, el alumnado es de edades superiores a la media de la ULE para el mismo nivel.

La evaluación formativa se ha aplicado en una parte de las asignaturas relativa a la elaboración y presentación de trabajos. Quedará, pues, para posteriores estudios, la proyección hacia el resto de metodologías de las asignaturas.

6.2 *Asignatura: Generación Eléctrica*

6.2.1 *Contexto*

Aunque tradicionalmente la EIII imparte los títulos de la rama Industrial, el Grado de Ingeniería Eléctrica es de muy reciente implantación, pues la primera promoción comenzó en el curso 2012-2013. El número de alumnos es reducido y, por tanto, adecuado para poner en práctica metodologías innovadoras que posteriormente podremos replicar en grupos mayores,

de titulaciones similares que se encuentran en nuestro entorno próximo, y con ello contribuir a la transferencia del conocimiento.

La asignatura elegida es Generación Eléctrica, de carácter obligatorio en el Grado de Ingeniería Eléctrica, y que se imparte durante el primer semestre del segundo curso. El grupo está compuesto de 22 alumnos que en la evaluación diagnóstica muestran un nivel académico muy heterogéneo; en todo caso el grado de motivación se puede considerar medio-alto.

Esta diferencia académica tiene su origen tanto en las diferencias de edad de los estudiantes como en las diferencias en su formación previa. Según los datos recogidos por la Universidad de León (2014), estas diferencias son las siguientes:

Márgenes de edades:

- Menores de 20 años, un 26% frente a un 65% de toda la ULE
- Entre 20 y 24 años, un 52%, frente a un 25% de toda la ULE
- Entre 25 y 29 años, un 19% frente a un 3% de la ULE
- Mayores de 29 años, un 3% frente al 3% de la ULE

En cuanto a los estudios previos:

- Un 44% del alumnado matriculado no posee ningún título de enseñanza superior, frente a un 80% de la ULE.
- Un 44% del alumnado matriculado posee Estudios Superiores no universitarios (Formación Profesional, Enseñanzas Artísticas, Técnico Deportivo Superior), frente a un 18% de la ULE.
- Un 6% del alumnado matriculado posee Estudios Universitarios de 1er ciclo, frente a un 1% de la ULE.
- Un 6% del alumnado matriculado posee Estudios Universitarios de ciclo largo/2º ciclo, frente a un 1% de la ULE.

El alumnado de este Grado elige esta titulación como primera opción en un 90% de los casos.

A la vista de estos valores, se observa que el alumnado del Grado es de mayor edad que la media universitaria respecto a otras titulaciones y esto es debido a que un 66% posee estudios previos.

Esta circunstancia hará que el alumnado tenga una mayor madurez y que sea más fácil, a priori, poner en práctica la experiencia programada.

Las competencias específicas y transversales con las que la asignatura contribuye al título del Grado Eléctrico son varias. Sin embargo destacamos las competencias transversales siguientes:

- Capacidad para el trabajo en equipo, asumiendo roles y responsabilidades con absoluto respeto a los derechos fundamentales y a la no discriminación por razones de sexo, raza, edad o religión.
- Capacidad para actuar con actitud crítica ante soluciones ya utilizadas, de manera que le incite a profundizar en el estudio y análisis de los temas objeto de esta disciplina.
- Capacidad para aprender de forma autónoma.

Uno de los objetivos de esta experiencia es, precisamente, lograr la obtención de estas competencias.

6.2.2 Objetivos del estudio de la asignatura

El principal objetivo de esta experiencia es conseguir que el alumnado sea consciente de su propio aprendizaje, guiarle a lo largo del proceso y que de forma autónoma trabaje en la consecución de los resultados de aprendizaje de la asignatura.

Para conseguir el objetivo principal realizaremos una serie de etapas:

- Concienciar al alumno de la metodología que vamos a aplicar y de la cual es parte principal y activa. Intentar que su actitud sea positiva y proclive a la dinámica que pretendemos realizar.
- Planificar la metodología y temporizar acorde al tiempo disponible.
- Realizar una planificación temporal y desarrollar un protocolo explicativo del proceso, para que el alumno comprenda en que consiste la metodología, de la cual es parte activa.
- Obtener las herramientas necesarias para llevar la puesta en marcha del proceso. Realizar una escala de valoración para la parte expositiva, otra para la elaboración de trabajos y, finalmente, otra para la presentación de la bibliografía a utilizar.
- Mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno. Obtener mejoras en los resultados académicos de los alumnos.
- Capacitar al alumno para reflexionar sobre lo aprendido y fomentar el espíritu crítico.
- Evaluar competencias específicas y transversales de la asignatura tras haber utilizado la Evaluación Formativa.

6.2.3 Metodología

El estudio se ha realizado durante el primer semestre del curso académico. Los alumnos objeto del mismo son de segundo curso de Grado. Estos alumnos ya tienen experiencia en el mundo universitario pero aún no han adquirido la madurez de los estudiantes de últimos cursos. Los alumnos no han tenido experiencia previa con la Evaluación Formativa, tampoco han trabajado con escalas de valoración.

La metodología aplicada consistió en aplicar las siguientes siete fases:

- En un primer momento se procedió a seleccionar las actividades a realizar en el proceso de la Evaluación Formativa. Se decidió que la metodología era la elaboración de trabajos. Dentro de ella se procesó:
 - La elaboración del guion y su posterior exposición.
 - Recopilación de la bibliografía del trabajo, realizando una breve explicación de su importancia y destacando el porqué de su relevancia.
 - Realización del trabajo escrito bajo las indicaciones y premisas establecidas.
 - Exposición final del trabajo desarrollado.
- Planificación del proceso, teniendo en cuenta el tiempo del que se disponía en el horario de la asignatura. Se establecieron las sesiones y su temporización.
- Antes de comenzar el proceso con los alumnos se realizó una encuesta inicial.
- Seguidamente se informó a los alumnos de la metodología y el sistema a seguir. Se explicó:
 - En qué consiste la Evaluación Formativa.
 - Que es una escala de valoración y cómo se utiliza.
 - Cómo realizar la Autoevaluación y la Coevaluación.
- Estudio del progreso en las escalas de valoración y obtención de la información relativa a la adquisición de competencias por parte de los alumnos. Análisis de las distintas competencias relacionadas con la materia de estudio.
- Análisis de los datos recogidos: análisis exploratorio de las observaciones, identificación de posibles datos atípicos, valoración de la interdependencia de las características registradas y análisis de la tendencia general de la evolución de los alumnos a lo largo del desarrollo de la asignatura.
- Extracción de conclusiones y propuesta de acciones de mejora en la metodología docente.

6.2.4 Presentación de resultados

Los datos que se recogieron corresponden a la **Heteroevaluación, Coevaluación y Autoevaluación** de varias experiencias llevadas a cabo con los estudiantes. La Heteroevaluación es desarrollada por el profesor con cada uno de los alumnos, la Autoevaluación la realiza cada alumno sobre su propio ejercicio y la Coevaluación se desarrolla entre los propios alumnos, cada uno es evaluado por otro igual seleccionado por el profesor pero la coevaluación no se realizó de forma recíproca.

El alumnado se dividió en grupos de dos alumnos cada uno. Los grupos son conformados por los propios alumnos; siendo ellos mismos con sus afinidades quienes deciden su composición, si algún alumno no encuentra acomodo en ningún grupo, es el profesor el que decide. Cada grupo eligió uno de entre los temas propuestos por el profesor. Las temáticas

versan sobre los contenidos de la asignatura. Ningún grupo puede repetir un tema, si dos o más grupos coinciden en el tema elegido se llegará a un acuerdo consensuado entre los componentes de los grupos y el profesor para decidir los límites de cada tema y que estos se solapen lo menos posible. Los temas fueron desarrollados por los grupos a lo largo de varias semanas en las cuales se procedió a su seguimiento.

Primeramente se realizó una exposición oral sobre la explicación inicial del trabajo. Para valorar esta prueba se utilizó una **Escala de Valoración**.

La **Escala de Valoración** es un instrumento de evaluación/calificación muy eficaz en los procesos de evaluación formativa y compartida, tanto para los estudiantes como para los docentes. Las escalas de valoración o rúbricas analíticas son un punto de partida importante para obtener información durante todo el seguimiento del proceso para ayudar al estudiante a detectar sus fortalezas y sus debilidades, y, consecuentemente, mejorar en su proceso de enseñanza-aprendizaje y alcanzar una mejora en su rendimiento.

Para la elaboración de la escala de valoración se ha utilizado la metodología de Chen, Hendricks, & Archibald (2011), porque ha demostrado los mejores índices de fiabilidad y validez (Chen, Mason, Hammond-Bennett, & Zlamout, 2014).

Se realizó una redacción detallada de los items de cada indicador para conseguir una exhaustiva consecución de todos los casos.

Nuestra escala de valoración recoge la evaluación de varios aspectos divididos en dos grandes bloques: **Comunicación no Verbal** y **Estructura y Contenido**. El primero de ellos está enfocado a aquellos aspectos de la transmisión del lenguaje no escrito, en él los estudiantes deben desarrollar y demostrar destrezas de comunicación en público, y técnicas de relación para poder trasladar los contenidos trabajados al resto de compañeros con un grado de éxito satisfactorio. En el caso del segundo, los aspectos a desarrollar son la capacidad que los estudiantes deben adquirir para poder transmitir aquello que desean en un tiempo limitado y con una estructura comprensible y facilitadora para el público en general. También deben demostrar un gran dominio del tema elaborado y trabajar aspectos acerca de la estética y originalidad del producto.

La Comunicación no Verbal está subdividida en tres indicadores: **Lenguaje corporal: contacto visual** con la ponderación de 10 Puntos, **Lenguaje corporal: postura corporal** con 10 Puntos y **Lenguaje paraverbal: volumen-entonación** con 10 Puntos. La **Estructura y Contenido** se divide en cinco indicadores: **Capacidad sintética** ponderada con 15 Puntos, **Justificación de la elección** con 10 Puntos, **Profundidad de los contenidos** con 15 Puntos, **Dominio y conocimiento de los contenidos del tema** con 15 Puntos y **Originalidad** con 15 Puntos.

Una vez decididos los indicadores, se dividió cada uno de ellos en un número de niveles de actuación variables. Hay indicadores que con tres ítems describen todas las posibles actuaciones del alumno en ese indicador; en cambio, otros indicadores precisan de cuatro para que se vean reflejados todos los posibles grados de consecución.

Los niveles de cada indicador se definen en función de la importancia que sobre las competencias finales tenga cada descriptor, de esta forma, por ejemplo, la capacidad sintética

tiene mayor puntuación frente a la justificación de la elección. Además, con el fin de promover una reflexión sobre la evaluación por parte de los alumnos y prevenir que la escala se complete de una forma automática, se realiza una redacción de los niveles heterogénea.

La escala de valoración se entregó al alumno al comienzo de la asignatura para que previamente conociese los indicadores a valorar y su ponderación. De esta forma los estudiantes pueden trabajar aquellos aspectos que saben de antemano que el profesor valorará en cuanto a su evaluación.

Para la exposición oral sobre la explicación inicial del trabajo, lo denominaremos **guion**, se utilizó la **Escala de Valoración Exposición Oral** (Figura 6.1) (A. Pérez-Pueyo, 2015a)

ESCALA DE VALORACIÓN EXPOSICIÓN ORAL		
COMUNICACIÓN NO VERBAL (30 puntos)	Ptos.	
1. Lenguaje corporal: contacto visual (10 Puntos)		
Mantiene durante toda la exposición el contacto visual con las personas que le escuchan	10	
Mantiene el contacto visual aunque a veces mira hacia el suelo, el fondo o se queda demasiado tiempo mirando sólo a un grupo de personas	5	
Apenas mantiene el contacto visual o se queda excesivo tiempo con una misma persona o grupo de personas durante el mayor tiempo que dura la exposición	1	
2. Lenguaje corporal: postura corporal (10 Puntos)		
Permanece de pie, evitando movimientos oscilantes. Utiliza todo el tiempo el movimiento de brazos y manos de forma natural e ilustrando lo que está diciendo	10	
Permanece de pie, realiza movimientos oscilantes y repetitivos. La mitad del tiempo utiliza el movimiento de brazos y manos	5	
Estando de pie, abusa de movimientos oscilantes y repetitivos que reflejan inseguridad o desinterés. Apenas utiliza el movimiento de brazos y manos	1	
3. Lenguaje paraverbal: volumen-entonación(10 Puntos)		
La intensidad con que emite la voz es alta, nítida y audible. Ritmo-pausa. Voz atractiva y brillante que genera interés en los oyentes. Utiliza una entonación alejada de la monotonía	10	
La intensidad con que emite la voz no siempre es alta, nítida y audible. Ritmo-pausa. Genera interés en los oyentes	7	
A veces, tiene un volumen bajo y hay que hacer esfuerzos por escucharle... O no siempre es atractiva o brillante. A veces, se percibe monotonía en su presentación	4	
La mayor parte del tiempo ha utilizado un volumen bajo y apagado. Frecuentemente se percibe una entonación monótona que genera desinterés en los oyentes	1	
ESTRUCTURA Y CONTENIDO (70 puntos)		
4. Capacidad sintética (15 Puntos)		
Presenta el artículo o el documento (material, videográfico,...) de manera sintética	15	
Aunque presenta el documento o artículo, no es sintético	7	
No presenta, no es sintético	2	
5. Justificación de la elección (10 Puntos)		
Se entiende con claridad las razones de la elección	10	
No se comprenden bien las razones de su elección/no son claras	4	

No presenta razones de la elección	1	
6. Profundidad de los contenidos (15 Puntos)		
Todo el contenido a través de la presentación es correcto. No hay errores	15	
La mayor parte del contenido es exacto , pero hay una parte del información que puede ser inexacto	9	
El contenido es generalmente exacto pero una parte de la información es claramente errónea o inexacta	6	
El contenido suele ser confuso o contiene más de un error	2	
7. Dominio y conocimiento de los contenidos del tema (15 Puntos)		
Realiza la exposición sin necesidad de consultar información. Demuestra un excelente conocimiento del tema	15	
Expone sin consultar ninguna información pero de vez en cuando tiene que leerla. Demuestra un buen conocimiento del tema	10	
Expone mirando habitualmente la hoja o directamente, leyéndola. No parece conocer muy bien el tema	4	
No es capaz de exponer sin mirar la hoja habitualmente. No conoce el tema	1	
8. Originalidad (15 Puntos)		
La presentación es imaginativa y desprende creatividad. Es muy original	15	
La presentación es llamativa y original aunque a veces pierde interés	10	
La presentación es correcta: ni llamativa ni original pero cumple con lo que se pide	7	
La presentación es bastante aburrida y poco original	2	
TOTAL:		

Figura 6.1- Escala de Valoración utilizada para la evaluación de la exposición oral de los trabajos. Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de Ángel Pérez-Pueyo 2015. Sistemas de evaluación y calificación de la asignatura "Fundamentos de los Contenidos de la Educación Física" del Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (A. Pérez-Pueyo, 2015a)

En esta ocasión se efectuó la **Autoevaluación** y la **Heteroevaluación** de cada alumno.

Una vez realizado el proceso de evaluación, se cotejan ambas escalas de valoración, la realizada por el alumno y la realizada por el profesor, correspondientes a la autoevaluación-heteroevaluación respectivamente. El alumno advierte en este proceso cuáles son sus fortalezas y sus debilidades, y en qué tiene mayor capacidad de crecimiento; que indicadores tienen una óptima puntuación y por tanto reafirmarse y en cuales no alcanza objetivos y poder trabajar en el sentido de mejora. Este proceso aporta, así mismo, información importante para el alumno, al cotejar distintos indicadores con el profesor y comprobar principalmente aquellos en los que difieren. En esta fase, el alumno recapacita sobre su propio aprendizaje, teniendo éste un papel principal en su desarrollo. De esta forma cumplimos con la finalidad de hacer del alumno parte activa de su proceso de enseñanza-aprendizaje.

En una segunda etapa, se procedió a realizar una recopilación y justificación de las referencias bibliográficas a consultar para la elaboración del trabajo. La bibliografía utilizada se recogió, para su explicación, en una tabla (Tabla 6.1), con los siguientes campos: enlace (en el caso de página web), referencia bibliográfica, páginas y síntesis de lo más significativo que se extrae de la referencia (máx. 50-100 palabras).

Tabla 6.1- Recopilación de la bibliografía. Fuente: Ángel Pérez Pueyo 2015. Sistemas de evaluación y calificación de la asignatura “Fundamentos de los Contenidos de la Educación Física” del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas

	Enlace https://...	Referencia bibliográfica	Página/s Minuto/s	Síntesis (máx. 50-100 palabras)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Para esta sesión se utilizó otra escala de valoración diseñada en la misma línea que la anterior (A. Pérez-Pueyo, 2015b). La escala está dividida en cinco indicadores: **Fuentes seleccionadas** ponderada, con 10 Puntos; **Identificación del aspecto a analizar del texto/video (página/minutos)**, con 10 Puntos; **Idoneidad de las fuentes seleccionadas**, con 20 Puntos; **Información obtenida/sintetizada**, con 25 Puntos; **Redacción de la síntesis final**, con 35 Puntos.

En la Figura 6.2 se expone la **Escala de Valoración Búsqueda Referencias** utilizada para la segunda sesión. En este caso se realizó **Coevaluación y Heteroevaluación**. El profesor volvió a evaluar a todos los alumnos y cada alumno evaluó a uno de sus compañeros.

El profesor y cada uno de los alumnos realizaron un cotejo de las escalas de valoración. Los estudiantes obtienen, en esta sesión, información por parte de sus iguales y por parte del docente. De esta forma se enriquece considerablemente el proceso, ya que los puntos de vista coincidentes reafirman la evaluación sobre el indicador.

El alumno es evaluado y evalúa; adquiere un papel activo y significativo en la sesión, los puntos de vista que entre ellos mismos debaten conllevan unos diálogos constructivos sobre los aprendizajes muy interesantes y fructíferos.

Esta sesión resulta muy fructífera por lo que tiene de reflexivo la búsqueda y selección de información. De otra forma el alumno no recapacita sobre aquella documentación que utiliza para el desarrollo del trabajo y añade al finalizar el mismo la bibliografía genérica.

ESCALA DE VALORACIÓN BÚSQUEDA REFERENCIAS		
	Ptos.	
1. Fuentes seleccionadas (10 Puntos)		
Aporta el máximo de las fuentes que se solicitan	10	
Aporta una menos del máximo	9	
Aporta alguna más del mínimo pero sin llegar al máximo o una menos	7	
Aporta el mínimo	5	
Aporta menos del mínimo	0	
2. Identificación del aspecto a analizar del texto/video (página/minutos) (10 Puntos)		
En todos los casos que son necesarios	10	
No siempre identifica cuando es necesario	5	

Nunca identifica cuando es necesario	0	
3 Idoneidad de las fuentes seleccionadas (20 Puntos)		
Todas las fuentes son idóneas y de excelente calidad/actualizadas	20	
Se observa que alguna fuente se podría haber reemplazado por otra de más calidad	16	
Apenas hay fuentes de calidad, aunque cumplen con el requisito de ser de la temática	12	
Las fuentes únicamente cumplen el requisito de ser de la temática pero no tienen interés	10	
Hay fuentes que no son de la temática o adecuadas para el análisis comparado	6	
No tienen nada que ver las fuentes con la temática	0	
4. Información obtenida/sintetizada (25 Puntos)		
Incluye todas las ideas principales y descarta las secundarias innecesarias	25	
En general, están las ideas principales pero incorpora ideas secundarias que podría sobrar	20	
Faltan algunas ideas principales y/o entremezcla con las secundarias	14	
Faltan bastantes ideas principales y/o entremezcla con las secundarias	8	
No hay información	0	
5. Redacción de la síntesis final (35 Puntos)		
La redacción es clara, concisa, bien estructurada e incluye todos los aspectos relevantes sintetizados y comparados en el espacio/líneas/cantidad de palabras máximo solicitado	35	
La redacción cumple con los requisitos de extensión e incluye los aspectos relevantes aunque le falta algo de claridad/estructura en la redacción	25	
La redacción requiere mejorar sensibles para cumplir con los requisitos establecidos	15	
La redacción sobrepasa el límite establecido, aun siendo clara	10	
La redacción es muy extensa y sobrepasa claramente el límite establecido, aun siendo clara	5	
No hay redacción	0	
TOTAL:		

Figura 6.2- Escala de Valoración utilizada para la evaluación de la selección de referencias bibliográficas.
Fuente: Ángel Pérez-Pueyo 2015. Sistemas de evaluación y calificación de la asignatura "Fundamentos de los Contenidos de la Educación Física"

En la etapa final y en fecha fijada, se realiza la entrega y la presentación del trabajo terminado. Por un lado se califica la sesión expositiva y por otro el documento elaborado. Para la sesión expositiva se volvió a utilizar la escala de valoración de la Figura 6.1, que se empleó en la primera experiencia cuando se expuso el guion del trabajo. Los alumnos han tenido ya experiencia con la escala de valoración, han aprendido a utilizarla y han trabajado tanto autoevaluándose, como evaluando a otro compañero y siendo a la vez evaluados por el docente. En esta ocasión, el alumno ya tiene una experiencia adquirida en la utilización de las escalas de valoración. Se espera, por tanto, que, en esta última situación, esta preparación se perciba en el resultado tanto de la evaluación como de la autoevaluación; esto se comprobará en el análisis de los resultados.

Para calificar el trabajo desarrollado, se elaboró otra escala de valoración. En este caso enfocada hacia los conceptos formales y estructurales así como, hacia el contenido del documento elaborado.

La escala está dividida en dos grandes bloques: **Contenidos** y **Estructura-Expresión Escrita**. En el bloque de Contenidos desarrollamos tres indicadores: **Organización de los contenidos**, ponderada con 15 puntos; **Profundidad de los contenidos**, con 15 puntos también; y, finalmente, **Dominio y conocimiento de los contenidos del tema**, con 15 puntos. Los indicadores definidos se subdividen en descriptores o niveles a valorar, ponderando en cada caso según la significación del descriptor.

En el bloque de Estructura-Expresión Escrita desarrollamos cinco indicadores: **Estructura** ponderada con 10 puntos, **Ortografía y Gramática** con 10 puntos, **Vocabulario** con 10 puntos, **Originalidad** con 15 puntos y finalmente **Bibliografía** con 10 puntos. Los indicadores indicados se subdividen en descriptores o ítems a valorar, considerando en cada caso según la categoría del descriptor

Como en los casos anteriores los niveles de cada indicador son diferentes según la trascendencia que el descriptor tenga dentro del indicador. Además, se realiza una redacción diversa de los ítems para favorecer la reflexión de los alumnos sobre la evaluación y la adquisición de sus competencias y, al mismo tiempo, impedir que se cumplimente la escala de una forma automática.

La **Escala de Valoración Elaboración de Trabajos** (Figura 6.3) es entregada también al alumnado previamente, antes de que realice el trabajo, junto con el protocolo para la elaboración de los mismos. El estudiante tiene conocimiento a priori de los criterios que van a ser valorados y en qué niveles. De la misma forma que en las anteriores escalas de valoración, el alumno valorará el nivel de adquisición que desea alcanzar.

ESCALA DE VALORACIÓN ELABORACIÓN DE TRABAJOS						
Indicadores		Niveles para valorar				Ptos.
Contenidos	Organización de los contenidos	Los contenidos se desarrollan de manera organizada, lo que permite comprender fácilmente la información que se transmite	Los contenidos están bastante bien organizados aunque en algún caso se solapan, se dejan a medias para volver luego sobre ellos, etc. lo que dificulta su comprensión	Los contenidos no están bien estructurados y aunque a veces parece que siguen un cierto orden, esto parece ser fruto de la casualidad que de la intencionalidad	Los contenidos no están nada bien estructurados lo que hace muy difícil entender la información que está siendo transmitida	
		15	10	4	1	

	Profundidad de los contenidos	Todo el contenido es correcto. No hay errores 15	La mayor parte del contenido es exacto , pero hay una parte de la información que puede ser inexacto 10	El contenido es generalmente exacto, una parte de la información es claramente errónea o inexacta 4	El contenido suele ser confuso o contiene más de un error 2	
	Dominio y conocimiento de los contenidos del tema	Demuestra un excelente conocimiento del tema 15	Demuestra un buen conocimiento del tema 10	No parece conocer muy bien el tema 5	No conoce el tema 1	
Estructura-Expresión Escrita	Estructura	Incluye índice, está paginado y tiene una estructura mejorada 10	Incluye índice, no está paginado y tiene la estructura indicada 7	No incluye índice y está paginado y tiene la estructura indicada 5	No incluye índice y no está paginado y no tiene la estructura indicada 0	
	Ortografía y Gramática	Ninguna falta de ortografía. Ningún error gramatical 10	Algunas faltas de ortografía y gramaticales (menos de 5) 7	Algunas faltas de ortografía y gramaticales (más de 5) 5	Demasiados errores gramaticales. Demasiadas faltas de ortografía 1	
	Vocabulario	El vocabulario utilizado es rico, específico y preciso (incorporando nuevas palabras) 10	En general, el vocabulario utilizado es rico, específico y preciso 8	Se utilizan palabras poco técnicas y utiliza términos técnicos de forma incorrecta 4	En general, el vocabulario utilizado es pobre, inespecífico y poco preciso. 2	
	Originalidad	El texto es imaginativo y desprende creatividad. Es muy original 15	El texto es llamativo y original aunque a veces es demasiado sencillo y pierde interés 11	El texto es correcto: ni llamativo ni original pero cumple con lo que se pide 8	El texto es bastante aburrido y poco original 3	

Bibliografía	La bibliografía está perfectamente referenciada	La bibliografía está bien referenciada (menos de 5 errores)	Algunos errores (más de 5)	No utiliza bibliografía	
	10	7	4	1	
Total:					

Figura 6.3- Escala de Valoración utilizada para la evaluación de los trabajos escritos

6.2.5 Análisis de los resultados obtenidos

Los resultados que se recogieron en esta experiencia quedan expuestos en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2- Resultados obtenidos en la experiencia de la asignatura 1

Evaluación Formativa							
	Exposición Guión		Exposición bibliografía		Exposición Final		Elaboración Trabajo
	Auto	Hetero	Coeva	Hetero	Coeva	Hetero	Hetero
alumno1	68	41	97	66	59	63	43
alumno2	69	55	81	85	45	87	89
alumno3	95	58	90	90	75	80	100
alumno4	73	79	53	92	92	100	92
alumno5	74	77	85	95	83	95	89
alumno6	73	50	80	76	70	65	83
alumno7	63	56	60	76	87	70	92
alumno8	60	43	60	61	60	55	83
alumno9	79	67	56	76	84	76	62
alumno10	75	54	90	81	80	75	75
alumno11	93	79	81	72	79	97	86
alumno12	76	48	94	76	77	79	83
alumno13	no presentado		66	76	90	77	92
alumno14	74	60	72	90	75	80	96
alumno15	82	58	81	81	77	82	89
alumno16	71	46	78	66	70	70	96
alumno17	93	74	81	77	76	95	86
alumno18	76	68	68	76	89	95	62
alumno19	84	62	90	50	65	70	100
alumno20	76	57	no presentado		60	60	75
alumno21	73	79	53	92	85	97	92
alumno22	76	63	86	81	87	72	83

De los 22 alumnos registrados, existen dos que no se estudian, ya que, el alumno 13 y el alumno 20 tuvieron un “No Presentado” en dos de las dinámicas, con lo cual, estos dos se descartaron. Por lo tanto, la muestra de estudio fue de 20 elementos.

En la Figura 6.4 se expone el **gráfico Pairs**, que representa la relación existente entre la evaluación del profesor y la del alumno. El análisis exploratorio de los datos del citado gráfico revela que entre el guion y la exposición hay una clara dependencia, mientras que en la evaluación de la bibliografía no se aprecia correlación clara entre ambos actores. Este hecho

puede deberse a que los alumnos han tenido experiencia previa con la elaboración de guiones y exposiciones, pero no en la inserción de referencias bibliográficas de forma justificada y razonada.

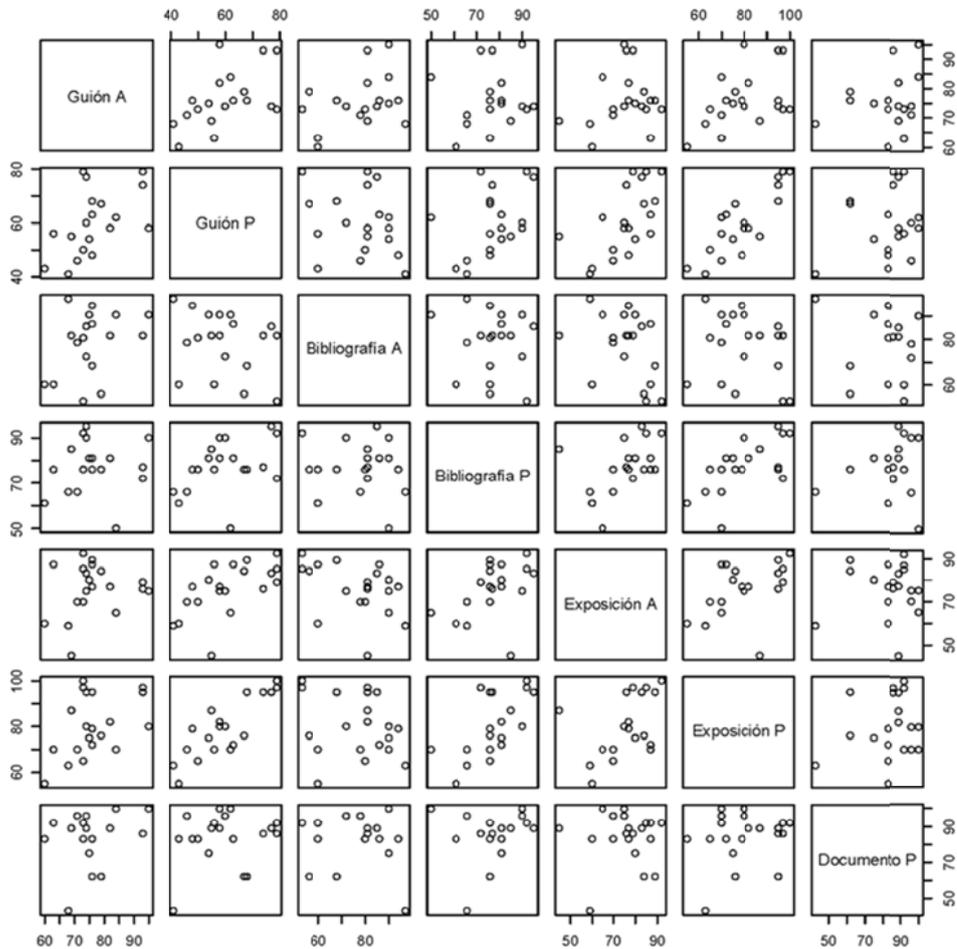


Figura 6.4- Relación entre evaluación Profesor (P)-Alumno (A)

Para poder analizar la correlación entre los diferentes valores tomados vamos a definir diversas variables:

- **Guion-A:** Expresa la autoevaluación realizada por el propio alumno de su exposición inicial del guion del trabajo.
- **Guion-P:** Expresa la evaluación (heteroevaluación) realizada por el profesor de la exposición inicial del guion del trabajo del alumno.
- **Bibliografía-A:** Representa la coevaluación realizada por un alumno relativo a otro compañero, de la búsqueda bibliográfica razonada para el desarrollo del trabajo.
- **Bibliografía-P:** Representa la evaluación (heteroevaluación) realizada por el profesor relativa al alumno, de la búsqueda bibliográfica razonada para el desarrollo del trabajo.

- **Exposición-A:** Expresa la coevaluación realizada por un alumno referente a la exposición final del trabajo de otro compañero.
- **Exposición-P:** Expresa la evaluación (heteroevaluación) realizada por el profesor referente a la exposición final del trabajo de un alumno.
- **Documento-P:** Evaluación por parte del profesor (heteroevaluación) del documento/trabajo escrito realizado por el alumno.

La matriz de correlación (Tabla 6.3) muestra que la evaluación realizada por el profesor es coherente, puesto que los valores mayores de correlación aparecen entre las tres evaluaciones realizadas por el profesor. Esto sugiere que la actuación del profesor es independiente del alumno, así como del momento en que se realiza la evaluación. Estos valores también indican que después de la primera evaluación se puede conocer quiénes son los estudiantes que obtendrán mejores resultados finalizado el proceso formativo (especulación: posiblemente los estudiantes con peores resultados no sean los que más beneficio obtengan de la evaluación formativa). Los estudiantes con peores resultados después de la primera evaluación también obtendrán peor nota en la última evaluación, tal como se refleja en el valor elevado (0.86) de la correlación entre la Exposición-P y el Guion-P. La Bibliografía-P tiene menor correlación con la Exposición-P porque es un trabajo de distinta naturaleza, acentuado por el hecho de que es la primera vez que los estudiantes se enfrentan a este tipo de tarea.

Tabla 6.3- Matriz de correlación. Valores en correlación remarcada. Valores $\geq 0,60$ y < 1

	Guion A	Guion P	Bibliografía A	Bibliografía P	Exposición A	Exposición P	Documento P
Guion-A	1.00	0.47	0.35	0.08	0.19	0.45	0.22
Guion-P	0.47	1.00	0.37	0.48	0.60	0.86	0.23
Bibliografía-A	0.35	0.37	1.00	0.21	0.39	0.21	0.09
Bibliografía-P	0.08	0.48	0.21	1.00	0.42	0.61	0.21
Exposición-A	0.19	0.60	0.39	0.42	1.00	0.45	0.04
Exposición-P	0.45	0.86	0.21	0.61	0.45	1.00	0.19
Documento-P	0.22	0.23	0.09	0.21	0.04	0.19	1.00

En el gráfico de la Figura 6.5 (gráfico de notas, gráfico *pairs*) se reflejan las evaluaciones Guion, Bibliografía y Exposición. Por cada alumno hay dos puntos, uno representa la calificación que ellos mismos se asignan tanto evaluándose como coevaluándose (a) y otro que representa la calificación que les asignó el profesor (p). El gráfico que enfrenta el Guion

con la Exposición sugiere que los parámetros de orientación de la nube de datos se asemejan, sin embargo existe un sesgo en el parámetro de centralidad. En el primer ejercicio, autoevaluado, los alumnos sobrevaloraban sus propios resultados, mientras que en el último, coevaluado, además de mejorar en el uso de la escala de valoración los alumnos también muestran mayor espíritu crítico para evaluar a sus compañeros que para evaluarse a sí mismos (Competencia espíritu crítico). El gráfico que enfrenta la Bibliografía con la Exposición revela, nuevamente, la desorientación de los alumnos en la realización de la coevaluación de una tarea que desconocían como es, la utilización de referencias bibliográficas.

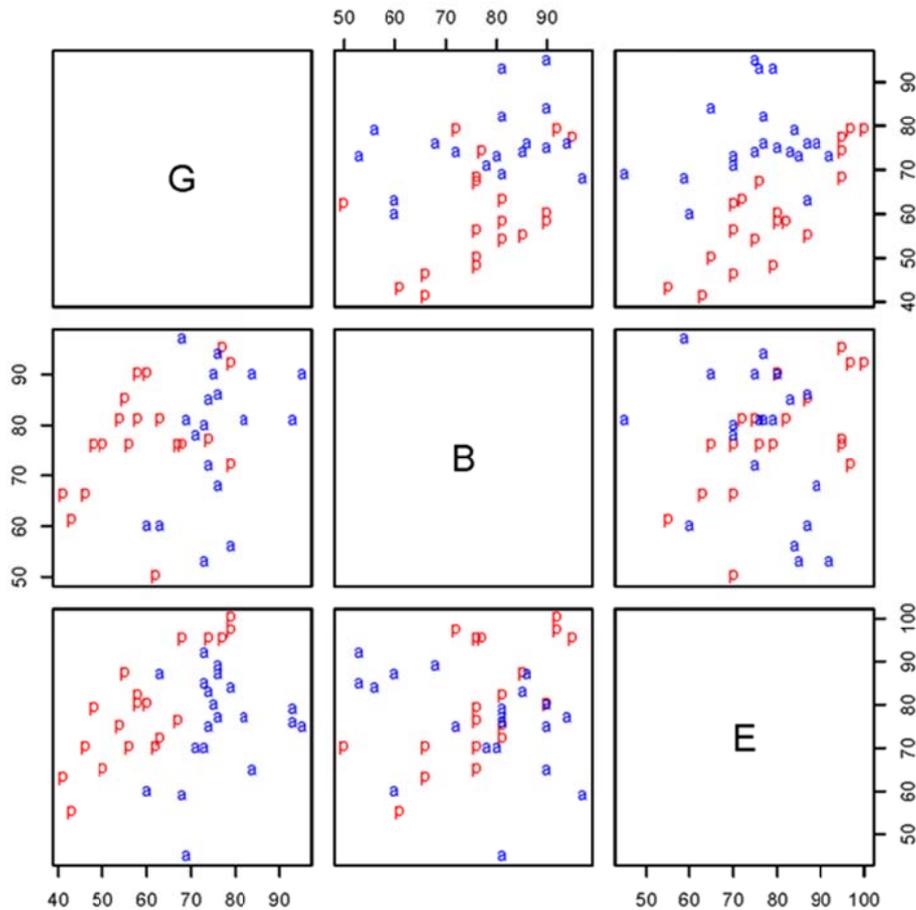


Figura 6.5- Gráfico de notas, guion, bibliografía y exposición

Evolución en la calificación del alumno:

Finalmente se valora si la metodología utilizada permite al alumno mejorar en su rendimiento académico a través de la calificación.

En el gráfico de la Figura 6.6, gráfico de cajas, se representa la evolución de las calificaciones de los alumnos en las distintas etapas del proceso, tanto en su valoración como en la realizada por el profesor. Estableciendo en un primer momento solo las calificaciones del profesor, se comprueba que la línea que representa la mediana (50% de las calificaciones)

evoluciona desde casi el seis en la primera exposición al ocho en la última; así mismo, el valor del cuartil superior (75% de las calificaciones) en la primera exposición está en torno al siete y ya en la segunda exposición alcanza el nueve. Se entiende, por tanto, que la evolución positiva del rendimiento académico es similar en todo el grupo de alumnos, incluyendo tanto a los alumnos brillantes como a los de menores calificaciones.

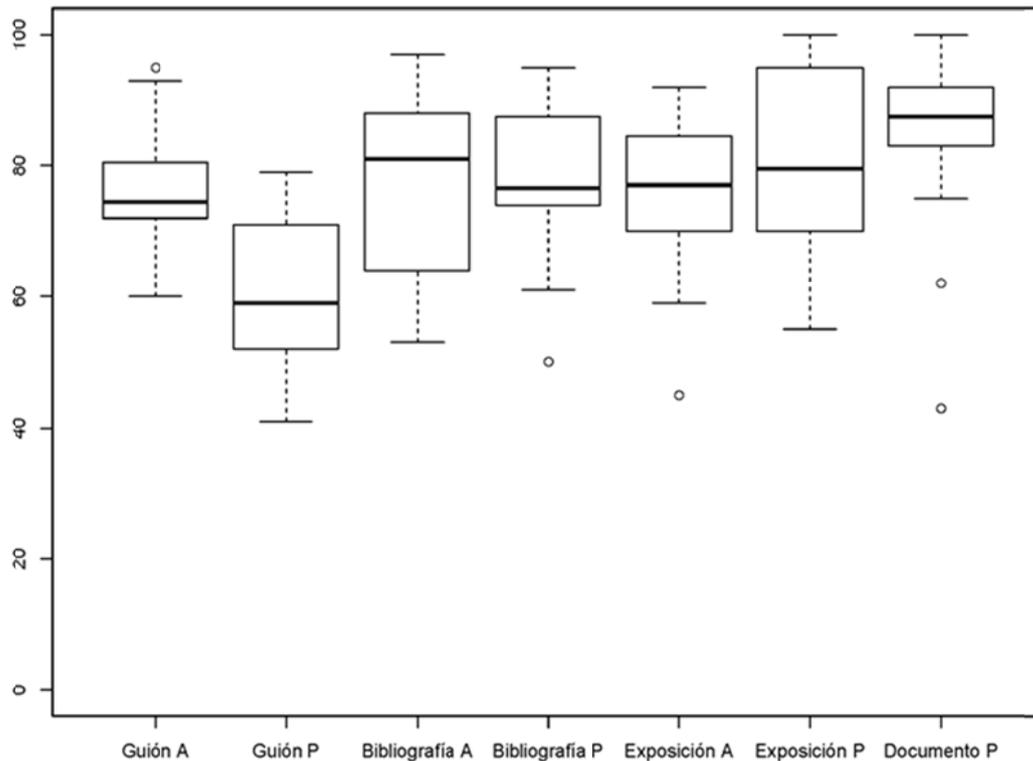


Figura 6.6- Gráfico de cajas con la evolución de las calificaciones

Se observa también la clara discrepancia entre las valoraciones del alumno y el profesor en la primera exposición. Sin embargo, en la última existe una mayor homogeneidad debido a que el alumno ha mejorado su capacidad expositiva y, además, ya está familiarizado con las escalas de valoración.

6.2.6 Conclusiones

Una vez realizada la experiencia, recogidos los datos y analizados se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los alumnos mostraron en todo momento una actitud positiva.
- La metodología y la temporización se llevó a cabo según la planificación, pudiéndose acometer todas las dinámicas que se plantearon inicialmente.
- Se observa que una vez finalizado el proceso de evaluación formativa, los estudiantes mejoran notablemente en el desarrollo de las competencias transversales , así como en parte de las específicas
- Mejora de los resultados académicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.
- El desarrollo de dicho proceso da lugar a la aplicación y diseño de diversas escalas de valoración.

Ante la experiencia desarrollada y obtenidas las conclusiones expuestas advertimos que sobre el siguiente caso podremos plantear soluciones que subsanen los problemas encontrados. Se trata de aclarar cuáles son los aspectos en los que hemos aprendido y en los que hemos de incidir en la siguiente experiencia.

Lecciones aprendidas:

- Las valoraciones/calificaciones obtenidas en las escalas de valoración se han estudiado en su globalidad. No podemos saber qué indicadores están mejor trabajados desde un principio y en cuáles el estudiante obtiene mayor evolución.
- En el estudio realizado tampoco se aporta información sobre qué indicadores pueden diferenciar a los alumnos en el grupo, qué indicadores hacen discriminar que un alumno consiga la máxima puntuación frente al grupo de alumnos que obtienen peores calificaciones. Se plantea, como otra lección aprendida, la búsqueda de estos planteamientos como opciones de mejora al estudio realizado.
- Se plantea como trabajo de continuación, investigar el desarrollo de cada uno de los elementos de las escalas de valoración, verificando en cuáles el alumno obtiene mayor beneficio con esta metodología. También plantearemos la recopilación y análisis de las valoraciones de los alumnos. Este trabajo se desarrolla en el siguiente apartado, dentro del contexto de otra asignatura del ámbito de las tecnologías.

Estos planteamientos se realizan sobre las lecciones aprendidas en el estudio de la experiencia presente y sobre las cuales establecemos líneas de trabajo para seguir progresando en el proceso de la puesta en marcha de la metodología de la evaluación formativa en la siguiente experiencia.

6.3 Asignatura: Electrotecnia General

6.3.1 Contexto

La asignatura seleccionada para este segundo caso es Electrotecnia General, siendo ésta de carácter optativo en el Grado de Ingeniería Aeroespacial. Se imparte durante el segundo semestre del tercer curso. El grupo está compuesto de 35 alumnos y los grupos en los que se subdividen para la realización de los trabajos son de 3 alumnos. El nivel académico es alto, siendo la nota de acceso a esta titulación la segunda más alta de la Universidad de León. Los estudiantes de esta asignatura muestran un grado de motivación alto, debido al propio perfil del alumno y en parte al carácter optativo de la asignatura.

El rendimiento académico de estos estudiantes es muy bueno y propicio para realizar metodologías que requieran una implicación activa, ya que su motivación y capacidad de trabajo es alta, además tienen un buen nivel de adaptación a nuevas técnicas. A continuación se muestran los perfiles de ingreso de estos estudiantes, según los datos recogidos por la Universidad de León (2013):

Márgenes de edades:

- Menores de 20 años, un 84%, frente a un 65% de toda la ULE
- Entre 20 y 24 años, un 15%, frente a un 25% de toda la ULE
- Entre 25 y 29 años, un 1% frente a un 3% de la ULE.
- Mayores de 29 años, un 0% frente al 3% de la ULE.

En cuanto a los estudios previos:

- Un 93% del alumnado matriculado no posee ningún título de enseñanza superior, frente a un 80% de la ULE.
- Un 4% del alumnado matriculado posee Estudios Superiores no universitarios (Formación Profesional, Enseñanzas Artísticas, Técnico Deportivo Superior), frente a un 18% de la ULE.
- Un 2% del alumnado matriculado posee Estudios Universitarios de 1er ciclo, frente a un 1% de la ULE.
- Un 0% del alumnado matriculado posee Estudios Universitarios de ciclo largo/2º ciclo, frente a un 1% de la ULE.

El alumnado de este Grado elige esta titulación como primera opción en un 100%.

A la vista de los anteriores valores, se observa que el alumnado del Grado es un alumno joven, su procedencia es directamente de la etapa anterior (Bachillerato), no posee estudios especializados anteriores, ni universitarios ni de Formación Profesional.

Esto hace que exista una gran vocación por parte del estudiante que elige este título para realizarse profesionalmente, en respuesta a la pregunta sobre su motivación al matricularse, el 85% aludió a la vocación profesional.

La asignatura contribuye, al título del Grado de Ingeniería Aeroespacial con varias competencias específicas y transversales, sin embargo destacamos las competencias transversales siguientes:

- Capacidad para el trabajo en equipo.
- Capacidad para aprender de forma autónoma.

La adquisición de estas competencias transversales, así como su valoración, son uno de los objetivos de este estudio de caso.

6.3.2 Objetivos del estudio de la asignatura

En este estudio se continúa la experiencia del apartado anterior, de forma que se indaga en aquellos aspectos que se manifestaron como opciones de mejora tras las conclusiones expuestas. Como en el caso anterior, se persigue que el alumnado sea partícipe de su propio aprendizaje y que de forma autónoma consiga los resultados de aprendizaje y, por tanto, la adquisición de las competencias de la asignatura.

A continuación enumeramos los objetivos que particularmente planteamos para esta experiencia:

- Planificar la metodología, temporización y desarrollar un protocolo explicativo del proceso, para que el alumno comprenda en que va a consistir la dinámica.
- Concienciar al alumno de que es parte activa del proceso.
- Poner en práctica las herramientas para el inicio del proceso. una escala de valoración para la parte expositiva, otra para la elaboración de trabajos y finalmente otra para la presentación de la bibliografía a utilizar.
- Mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno. Obtener mejoras en los resultados académicos de los alumnos.
- Habilitar al alumno para fomentar su espíritu crítico y que reflexione sobre lo aprendido.
- Evaluar competencias específicas y transversales de la asignatura tras haber utilizado utilizando la Evaluación Formativa.
- Obtener una base de datos correspondientes a los indicadores y el tipo de evaluación de las escalas de valoración.
- Analizar los datos obtenidos utilizando técnicas de minería de datos. Extraer conclusiones y modelizaciones a partir de dicho análisis.

- Verificar en qué indicadores el alumno obtiene mayor beneficio con esta metodología.
- Recopilar y analizar las valoraciones de los alumnos mediante encuesta sobre la metodología de la evaluación formativa.

6.3.3 Metodología

El estudio se ha realizado durante el segundo semestre del curso académico. Los alumnos objeto del mismo son de tercer curso de Grado y han adquirido la madurez de los estudiantes de últimos cursos, pero sin embargo, no han tenido experiencia previa con la evaluación formativa, tampoco han trabajado con escalas de valoración, lo cual nos lleva a tener que desarrollar una formación en este campo para que puedan desarrollar las actividades que se proponen con cierto grado de éxito.

Existen ocho etapas en la aplicación del proceso. La metodología aplicada consiste en las siguientes fases:

- Organización del proceso, teniendo en cuenta el tiempo del que se disponía en el horario de la asignatura. Se establecieron las sesiones y su temporización, se informó al alumnado.
- Se realizó una encuesta inicial a modo de evaluación cero.
- Información a los alumnos sobre:
 - Evaluación Formativa
 - Escala de valoración y cómo se utiliza
 - Heteroevaluación, Autoevaluación y Coevaluación
- Puesta en marcha de la metodología propuesta y realización de las siguientes fases:
 - Elaboración del guion y su posterior exposición
 - Recopilación de la bibliografía del trabajo, realizando una breve explicación de su importancia y destacando las razones de su relevancia
 - Realización del trabajo escrito bajo las indicaciones y premisas establecidas
 - Exposición final del trabajo desarrollado
- Identificación de los indicadores más adecuados en las escalas de valoración y obtención de la información relativa a la adquisición de competencias por parte de los alumnos. Análisis de las distintas competencias relacionadas con la materia de estudio, su desglose en elementos más sencillos y el desarrollo de las evidencias necesarias para asegurar el cumplimiento de su adquisición.
- Análisis de los datos recogidos y extracción de conocimiento oculto.
- Utilización de las técnicas de minería de datos más importantes, comenzando con un análisis exploratorio de las observaciones, una caracterización de las muestras recogidas, identificación de posibles datos atípicos, clasificación grupal con distintas técnicas y análisis predictivo / discriminatorio.

- Extracción de conclusiones y propuesta de acciones de mejora en la metodología docente.

6.3.4 Presentación de resultados

Se exponen a continuación los resultados generales obtenidos en las tres fases desarrolladas en el presente estudio.

Los datos obtenidos corresponden a la **Heteroevaluación**, **Coevaluación** y **Autoevaluación** de varias fases llevadas a cabo con el grupo de alumnos. Recordamos que como en el caso anterior, la Heteroevaluación es desarrollada por el profesor con cada uno de los alumnos, la Autoevaluación la realiza cada alumno sobre su propio ejercicio y la Coevaluación se desarrolla entre los propios alumnos, cada uno es evaluado por otro igual seleccionado por el profesor, la Coevaluación no es recíproca.

El grupo grande se dividió en grupos pequeños de tres alumnos cada uno. Cada grupo eligió uno de entre los temas propuestos por el docente. Las temáticas versan sobre los contenidos de la asignatura, con el objetivo de adquirir las competencias específicas de la materia. Se procedió al seguimiento del proceso en el cual los temas fueron desarrollándose por parte de los grupos a lo largo de varias semanas. En el seguimiento del proceso se realizaron sesiones grupales e individuales, el objetivo de esta tutorización es que el alumno no acumule el trabajo hacia el final del plazo fijado y en consecuencia desmejore la calidad del documento. También se persigue obtener una dinámica de trabajo por etapas, en las cuales el alumno reflexione y realice autocrítica de su propio aprendizaje; a la vez que comparta experiencias, documentación, bibliografía, recursos, etc., con el resto de compañeros, de los demás grupos.

Igual que en el caso anterior, se realizó primeramente la exposición oral sobre el argumento inicial del trabajo, que llamaremos **guion**. Para valorar esta prueba se utilizó nuevamente la **Escala de Valoración Exposición Oral** (Figura 6.1) utilizada en el estudio anterior. Esta escala, asimismo, se entregó al alumno al principio. De esta forma el estudiante es conocedor de los indicadores a valorar, de su ponderación y de sus niveles.

Como en el caso anterior se mantendrá esta misma escala para todas las exposiciones orales, de forma que el alumno adquiera destreza en su aplicación y nos aseguremos una correcta utilización, ya que intuimos que el alumno, al ser la primera vez que emplea esta metodología, puede verse desorientado inicialmente. Esta conjetura es objeto de estudio en este trabajo.

Para esta **primera fase**, la evaluación consistió en la realización de la Autoevaluación de cada alumno sobre su propia exposición y la Heteroevaluación de cada alumno por parte del profesor. Una vez realizada la evaluación, se cotejan las escalas de valoración, tanto de autoevaluación como de heteroevaluación de cada alumno. De esta forma el alumno experimenta cuáles son sus fortalezas y cuáles sus debilidades, reflexiona sobre aquellos indicadores en los cuales él tenía una percepción sobre sí mismo, distinta a la del profesor. El estudiante, por tanto, puede avanzar, crecer y desarrollarse, mejorando en el proceso enseñanza-aprendizaje.

En una **segunda fase**, se procedió a realizar una recopilación y justificación de las referencias bibliográficas a consultar para la realización del trabajo. La bibliografía utilizada se recopiló, en una tabla con los siguientes campos: enlace (en el caso de página web), referencia bibliográfica, páginas y síntesis de lo más significativo que se extrae de la referencia (máx. 50-100 palabras), (Tabla 6.1). Para esta sesión se utilizó la **Escala de Valoración Búsqueda Referencias**, (Figura 6.2).

En este caso se realizó Coevaluación y Heteroevaluación. El profesor volvió a evaluar a todos los alumnos y cada alumno evaluó a uno de sus compañeros. La elección del alumno a evaluar la efectuó el profesor, de tal forma que nunca se evaluaran entre miembros del mismo grupo ni que la evaluación fuese recíproca entre iguales, esto es, que ningún alumno evaluase a aquel que le había o iba evaluar.

Nuevamente se compararon ambas escalas con cada uno de los alumnos. En sesión individualizada, el profesor y los dos alumnos, evaluador y evaluado, confrontaban la información sobre los ítems analizados. Este tipo de metodología estimula en el alumno el espíritu crítico, se incita a la discusión entre iguales sobre aquellos aspectos significativos en su aprendizaje. Es muy enriquecedor apreciar como entre los alumnos surgen valoraciones constructivas favorecedoras para todo el grupo.

En la **tercera fase** se realizaron la entrega del documento escrito y la exposición del trabajo finalizado. La entrega del documento escrito se fija en fecha y hora común para el grupo grande y las exposiciones se van ejecutando en sesiones consecutivas.

En esta ocasión será necesario aplicar dos escalas de valoración, una que califique el trabajo escrito, **Escala de Valoración Elaboración de Trabajos** (Figura 6.3) y otra para la exposición oral final, **Escala de Valoración Exposición Oral** (Figura 6.1).

Para la exposición oral final se procedió a efectuar heteroevaluación y autoevaluación. En este estudio se selecciona la autoevaluación a diferencia del caso del apartado anterior, ya que nuestra finalidad es estudiar la evolución de los indicadores, de forma que veamos la progresión. Por esto elegimos volver a utilizar como evaluación distinta a la heteroevaluación, la autoevaluación en vez de la coevaluación. Esto nos permitirá un mejor análisis de los datos obtenidos.

Durante el desarrollo de la asignatura se fueron recopilando todos los datos referidos a las evaluaciones intermedias y finales del caso objeto del estudio. Se tomaron por un lado las valoraciones del docente en cada fase y por otro las de los alumnos, tanto en sus propias evaluaciones como en las realizadas hacia sus compañeros.

En la Tabla 6.4 se exponen dichos datos por alumno y por cada una de las fases. Recordamos que el grupo total estaba compuesto por 34 individuos, pero los datos de estudio corresponden a 32 alumnos, debido a la falta de información de dos de ellos, uno por resultar no presentado en la asignatura y el otro por no participar en la metodología de la evaluación formativa.

Tabla 6.4- Resultados obtenidos en la experiencia de la asignatura

Evaluación Formativa							
	Exposición guión		Exposición bibliografía		Exposición Final		Elaboración Trabajo
	Hetero	Autoeva	Hetero	Coeva	Hetero	Autoeva	Hetero
alumno1	45	73	76	74	59	38	83
alumno2	65	76	71	72	89	83	83
alumno3	84	79	97	90	83	78	85
alumno4	76	68	76	90	71	76	85
alumno5	71	82	82	85	68	82	85
alumno6	68	68	95	80	92	92	91
alumno7	68	79	95	80	87	82	91
alumno8	60	63	95	95	82	82	91
alumno9	73	83	99	95	98	90	97
alumno10	57	81	99	90	100	81	97
alumno11	58	79	93	85	97	57	97
alumno12	58	77	85	90	79	74	77
alumno13	61	56	64	64	57	66	77
alumno14	61	71	75	66	60	64	77
alumno15	73	83	81	80	82	84	85
alumno16	62	84	81	81	87	84	85
alumno17	82	81	81	81	82	87	85
alumno18	66	65	86	90	74	59	88
alumno19	58	73	76	95	86	68	88
alumno20	63	73	86	88	81	71	88
alumno21	66	77	80	76	82	94	83
alumno22	62	76	65	76	87	86	83
alumno23	55	79	72	72	64	82	83
alumno24	90	90	97	99	95	95	89
alumno25	90	85	93	99	100	94	89
alumno26	82	77	83	99	92	81	89
alumno27	68	71	83	91	100	81	96
alumno28	68	85	81	85	88	92	96
alumno29	74	74	82	86	97	81	96
alumno30	59	62	89	85	95	86	99
alumno31	68	77	99	71	76	92	99
alumno32	52	73	99	90	84	79	99

Esta tabla es similar a la obtenida en el estudio de la sección 6.2, en ella están los datos globales sin que podamos apreciar las tendencias según los indicadores marcados para la consecución de las competencias que el alumno debe adquirir.

Por tanto, en este punto se pretende analizar la implicación de los indicadores que se categorizan en las escalas de valoración, y de qué forma afectan al grupo y a los individuos. Esta conjetura ya se indicó en las conclusiones obtenidas en el caso de la asignatura anterior y se reflejó en los objetivos propuestos para el estudio en la experiencia de esta segunda asignatura.

Es por esto que aparte de los datos expuestos anteriormente se presentan también los resultados desglosados por indicadores para la exposición inicial en la Tabla 6.5 y para la exposición final en la Tabla 6.6.

En estas tablas se representan las valoraciones por individuo para cada indicador y para cada tipo de evaluación (Autoevaluación y Heteroevaluación).

Tabla 6.5- Valores obtenidos por cada alumno en cada indicador de la Escala de Valoración utilizada para la exposición oral inicial del guion

Escala de Valoración para Exposición oral del Guión	Indicadores															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva
alumno1	5	10	1	10	4	7	7	15	10	10	15	15	4	4	7	7
alumno2	5	10	10	5	7	7	7	7	10	10	15	15	4	15	7	7
alumno3	10	5	10	5	7	10	7	15	10	10	15	9	10	10	15	15
alumno4	10	5	5	5	4	4	7	15	10	10	15	9	10	10	15	10
alumno5	5	5	5	5	4	7	7	15	10	10	15	15	10	10	15	15
alumno6	5	5	5	5	4	4	15	7	10	10	15	15	4	15	10	7
alumno7	5	5	5	5	4	4	15	15	10	10	15	15	4	15	10	10
alumno8	1	5	1	5	4	4	15	7	10	10	15	15	4	10	10	7
alumno9	10	10	5	10	7	7	15	15	10	10	15	9	4	15	7	7
alumno10	5	5	5	10	1	4	15	15	10	10	15	15	4	15	7	7
alumno11	5	10	1	5	1	7	15	15	10	10	15	15	4	10	7	7
alumno12	5	5	5	5	4	7	7	15	10	10	15	15	10	10	2	10
alumno13	5	1	5	5	7	7	7	7	10	10	15	9	10	10	2	7
alumno14	5	5	5	5	7	7	7	7	10	10	15	15	10	15	2	7
alumno15	5	10	5	10	4	10	15	15	10	10	15	9	4	10	15	15
alumno16	1	10	1	5	1	10	15	15	10	4	15	10	4	10	15	15
alumno17	5	10	5	5	7	7	15	15	10	10	15	9	10	10	15	15
alumno18	5	5	5	10	4	7	15	7	10	10	15	9	10	10	2	7
alumno19	1	5	1	5	4	10	15	7	10	10	15	9	10	10	2	7
alumno20	5	10	1	5	1	7	15	15	10	4	15	15	4	10	2	7
alumno21	5	5	5	5	7	7	15	15	10	10	15	15	10	10	7	10
alumno22	5	5	1	10	7	7	15	15	10	10	15	9	10	10	7	10
alumno23	1	5	1	5	4	7	15	15	10	10	15	15	10	15	7	7
alumno24	10	10	5	5	10	10	15	15	10	10	15	15	15	15	10	10
alumno25	5	5	10	10	10	10	15	15	10	10	15	15	15	10	10	10
alumno26	5	5	5	10	7	7	15	15	10	10	15	15	15	15	10	15
alumno27	5	5	5	5	4	7	15	15	10	10	15	15	4	15	10	10
alumno28	5	10	5	5	4	10	15	15	10	10	15	15	4	10	10	10
alumno29	5	5	5	5	10	7	15	15	10	10	15	15	4	10	10	7
alumno30	5	5	1	5	4	7	15	15	10	4	15	6	10	10	7	10
alumno31	10	10	5	10	4	7	15	15	10	10	15	15	10	10	7	7
alumno32	1	10	1	5	1	7	15	15	10	10	15	9	10	10	7	7

Tabla 6.6- Valores obtenidos por cada alumno en cada indicador de la Escala de Valoración utilizada para la exposición final del trabajo

Escala de Valoración para Exposición final del trabajo	Indicadores															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva	Hetero	Autoeiva
alumno1	1	5	4	4	7	7	4	4	15	7	15	15	15	15	15	15
alumno2	5	10	7	7	15	10	15	10	15	15	15	15	15	15	15	15
alumno3	10	5	9	10	10	10	15	10	15	15	15	15	15	15	15	15
alumno4	5	10	7	7	10	10	15	10	15	15	15	15	15	15	15	15
alumno5	5	5	4	7	7	15	7	15	10	10	15	15	15	15	15	15
alumno6	10	10	7	7	15	10	15	10	15	15	15	15	15	15	15	15
alumno7	5	5	7	7	15	10	15	10	15	15	15	15	15	15	15	15
alumno8	5	10	7	7	15	10	15	10	15	15	15	15	15	15	15	15
alumno9	10	5	10	8	10	10	15	10	15	15	15	15	15	15	15	15
alumno10	10	10	5	10	7	15	15	10	15	15	15	15	15	15	15	15
alumno11	10	5	10	5	7	4	15	7	10	10	15	15	15	15	15	7
alumno12	5	5	7	7	7	15	7	15	10	10	15	15	15	15	10	7
alumno13	5	5	7	7	7	7	7	7	10	10	15	15	15	15	10	7
alumno14	5	5	4	4	7	7	7	7	10	10	15	15	15	15	10	7
alumno15	5	10	10	10	10	7	15	10	15	10	15	15	15	15	15	10
alumno16	10	10	5	10	7	15	15	10	15	10	15	15	15	15	15	10
alumno17	5	10	10	10	7	7	15	10	15	10	15	15	15	15	15	10
alumno18	5	5	7	7	10	15	10	15	10	4	15	6	10	12	7	7
alumno19	7	5	10	10	4	10	15	10	15	10	15	9	12	10	12	10
alumno20	5	5	9	4	4	10	15	10	15	10	15	15	10	12	7	7
alumno21	10	10	5	10	10	7	15	10	15	10	15	9	15	15	15	15
alumno22	10	10	10	10	7	7	15	10	15	10	15	9	15	10	10	15
alumno23	1	5	7	7	10	15	15	15	10	10	10	15	10	10	10	10
alumno24	10	10	5	10	10	15	15	10	15	10	15	15	15	15	15	10
alumno25	10	10	10	10	15	15	15	10	10	10	15	9	15	15	15	15
alumno26	5	5	10	7	15	15	15	10	10	10	15	9	15	15	15	15
alumno27	10	10	10	5	10	7	15	10	10	10	15	9	15	15	15	10
alumno28	10	10	10	10	7	15	15	10	15	10	15	15	15	15	10	10
alumno29	10	10	5	10	7	15	15	10	10	10	15	9	15	15	12	10
alumno30	10	5	10	10	7	15	15	10	10	10	15	9	15	15	10	15
alumno31	5	10	5	10	4	10	15	15	10	10	15	15	12	15	10	7
alumno32	5	5	10	5	7	4	15	15	10	10	15	15	12	10	10	15

Por último, se presentan los resultados finales obtenidos por cada alumno, estos están expuestos en la Tabla 6.7. Aplicando los criterios de calificación planteados al inicio de la asignatura a cada una de las calificaciones parciales conseguidas por los estudiantes en los distintos procedimientos empleados en la asignatura y ponderando el peso que cada parte tiene se obtiene la nota final o nota de acta. La nota final será utilizada también para relacionar el resultado del producto final con los indicadores de las escalas de valoración. Se pretende estudiar la forma de establecer un modelo de correlación entre las variables indicadas. En la tabla se reflejan las calificaciones obtenidas para cada criterio de calificación por alumno, así como la calificación final de la asignatura que posteriormente será trasladada al acta de calificación.

Tabla 6.7- Calificaciones finales de la asignatura por alumno

Calificaciones finales	Trabajo Exposición	Trabajo Elaboración	Examen Teórico- Práctico	Participación del alumno	Prácticas Laboratorio	Nota Final
	15%	15%	50%	10%	10%	100%
alumno1	5,90	8,30	3,53	9,40	8,00	5,64
alumno2	8,90	8,30	2,35	9,40	7,00	5,40
alumno3	8,30	8,50	3,53	9,70	8,00	6,06
alumno4	7,10	8,50	9,42	9,40	9,00	8,89
alumno5	6,80	8,50	4,12	9,40	8,00	6,09
alumno6	9,20	9,10	10,00	9,70	9,00	9,62
alumno7	8,70	9,10	5,89	9,40	9,00	7,45
alumno8	8,20	9,10	8,83	9,70	9,00	8,88
alumno9	9,80	9,70	5,30	9,70	9,00	7,44
alumno10	10,00	9,70	3,53	9,70	8,00	6,49
alumno11	9,70	9,70	5,89	9,40	9,00	7,69
alumno12	7,90	7,70	6,47	9,70	9,00	7,45
alumno13	5,70	7,70	3,30	8,30	5,00	4,99
alumno14	6,00	7,70	4,71	9,40	7,00	6,05
alumno15	8,20	8,50	4,12	9,70	8,00	6,33
alumno16	8,70	8,50	5,65	9,40	9,00	7,24
alumno17	8,20	8,50	7,06	9,40	9,00	7,88
alumno18	7,40	8,80	2,94	9,40	9,00	5,74
alumno19	8,60	8,80	7,65	9,70	9,00	8,31
alumno20	8,10	8,80	3,53	10,00	9,00	6,20
alumno21	8,20	8,30	5,89	8,00	8,00	7,02
alumno22	8,70	8,30	7,65	9,40	9,00	8,22
alumno23	6,40	8,30	3,53	8,00	9,00	5,67
alumno24	9,50	8,90	5,59	9,70	9,00	7,43
alumno25	10,00	8,90	10,00	9,40	9,00	9,68
alumno26	9,20	8,90	7,06	10,00	9,00	8,15
alumno27	10,00	9,60	4,71	9,40	9,00	7,13
alumno28	8,80	9,60	4,71	9,40	9,00	6,95
alumno29	9,70	9,60	10,00	9,70	9,00	9,77
alumno30	9,50	9,90	7,65	10,00	9,00	8,64
alumno31	7,60	9,90	6,00	10,00	9,00	7,53
alumno32	8,40	9,90	5,89	9,70	9,00	7,56

6.3.5 Análisis de los resultados obtenidos

Se realiza el análisis de los datos obtenidos bajo el prisma de distintos enfoques. Se toman los datos resultantes de la exposición del guion (exposición inicial) y la exposición del trabajo (exposición final). La finalidad de escoger estos dos conjuntos de datos es poder realizar una estadística de la evolución del alumno de forma individualizada y categorizada.

Discutimos dos tipos de algoritmos de clasificación, hablamos de dos grandes familias, las técnicas de clasificación supervisada o de análisis discriminante, y las técnicas de clasificación no supervisada o de análisis clúster. Las diferencias entre estos dos tipos de clasificación son:

- El **análisis discriminante** parte de la caracterización de las clases y utiliza esta caracterización para asignar los datos a las clases existentes (McLachlan, 2004). A modo ilustrativo, la Figura 6.7 representa un posible escenario de la discriminación entre clases en el que se persigue determinar cuál de las tres poblaciones generadoras de datos (A, B o C) existentes ha sido el creador de la muestra x_1 .

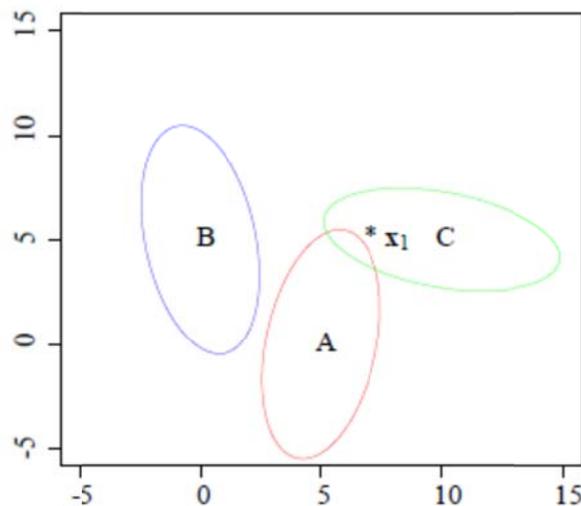


Figura 6.7- Análisis discriminante. Fuente "Identificación de clases de comportamiento en procesos industriales". Dr. Manuel Castejón Limas

- El **análisis discriminante lineal (L.D.A., Linear Discriminant Analysis)** describe además las diferencias entre las clases, determinando, las variables que más información útil poseen a fin de segregar las distintas clases en un espacio proyectivo de dimensión una unidad inferior al número de clases. A diferencia del cuadrático, en el L.D.A se realiza una proyección a través de una matriz de cambio de base, con lo que se obtienen unos nuevos ejes de proyección a partir de la combinación lineal de las variables registradas. El peso relativo de cada una de éstas en los ejes proyectivos informa de la importancia de cada una de ellas en el distanciamiento entre clases. Los ejes de este nuevo espacio proyectivo se denominan **ejes discriminantes**. Esta información adicional es una de las ventajas que proporciona este tipo de análisis de manera complementaria al puro establecimiento de consignas que permitan asignar los nuevos registros a las clases representadas.

- En el **análisis clúster**, por contra, se utilizan los registros de la muestra con el objetivo de caracterizar las poblaciones generadoras de datos (Kaufman & Rousseeuw, 2009). A modo ilustrativo, en la Figura 6.8 se representa una posible muestra susceptible de una sencilla representación con tres modelos generadores gracias al análisis clúster.

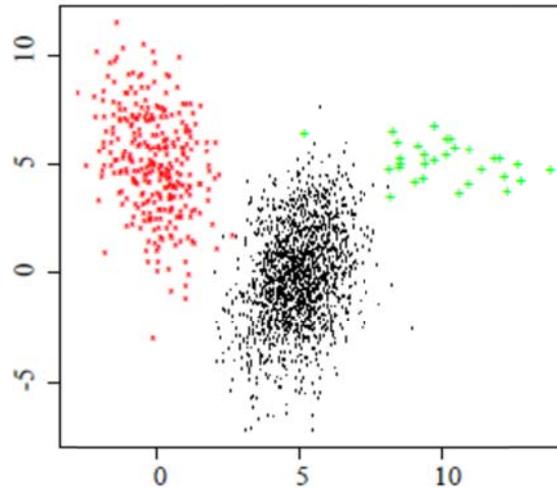


Figura 6.8- Análisis clúster. Fuente: “Identificación de clases de comportamiento en procesos industriales”. Dr. Manuel Castejón Limas

El análisis clúster persigue identificar clases diferenciadas en el conjunto global de los datos disponibles, o sea, organizar la información obtenida en el proceso de muestreo en estructuras conferidas de un significado que podamos explicar y nos resulte útil. Utilizamos técnicas de análisis clúster porque son de gran utilidad en la primera fase del análisis de datos al permitirnos separar cada una de las estructuras para un análisis posterior adecuado a la naturaleza de cada una de ellas. Obtenemos de esta forma un primer conocimiento de los datos del estudio, de los cuales aún no contamos con un nivel de información suficiente como para establecer conjeturas. La información que nos proporcionarán estas técnicas contribuirá al punto de partida para el descubrimiento de configuraciones más complejas.

El análisis clúster guía a una clasificación de subgrupos uniformes y heterogéneos que conviven dentro de una misma realidad. Este tipo de análisis ha resultado muy importante en diferentes campos como la Psicología, la Biología, la Medicina, la Inteligencia Artificial, el Reconocimiento de Señal, entre otros. Las denominaciones por las que se le ha conocido también han sido múltiples: taxonomía numérica, tipología, reconocimiento de patrones no supervisado, análisis Q o análisis grupal, entre otros. Su aplicación es ubicua en cualquier campo de la Ciencia y la Investigación.

Este análisis divide el conjunto de variables estudiadas de tal forma que los elementos que constituyen cada clase sean similares entre sí y diferentes a los elementos de las otras clases (Gordon, 1999). El reconocimiento de estos grupos constituye su estructura basándose en modelos simples, en los cuales se determinan y caracterizan como resultado del análisis los parámetros que definen y ordenan a cada grupo, por ser éstos desconocidos a priori. Este es el objetivo principal de las técnicas de clasificación.

Estas técnicas realizan una fragmentación en clases, en función de la analogía mostrada entre las distintas observaciones registradas. La descripción de la medida de la afinidad entre muestras será un elemento decisivo en el resultado final y en la interpretación. Los criterios utilizados para establecer esta analogía, la métrica, y la estrategia utilizada para valorar la idoneidad de las conformaciones logradas, serán los factores determinantes que distinguirán unas técnicas de otras.

En todo caso, todas las técnicas tienen un criterio común que es maximizar la igualdad interna de las clases obtenidas y la disparidad externa entre estos grupos. Esto es, que las variables tengan el mayor parecido dentro de una clase entre ellas y que las clases sean tan distintas las unas de las otras como sea posible. Un elemento de diferenciación entre las distintas técnicas será el modo en que se valore el grado de homogeneidad interna y heterogeneidad externa, y será lo que se tendrá en cuenta para optar por uno u otro método.

6.3.5.1 Análisis de clases

Se plantea un análisis clúster de los datos registrados en la Tabla 6.5 y Tabla 6.6 que se han llevado a cabo durante el desarrollo de la asignatura, en la que ha sido aplicado el proceso de evaluación formativa y compartida.

En esta ocasión, se plantea un análisis clúster con las hipótesis de trabajo iniciales de una posible existencia de poblaciones normales multivariantes genéricas. Con el fin de precisar la validez e idoneidad de esta posible configuración de trabajo, se utiliza la técnica clúster denominada **MCLUST** (Banfield & Raftery, 1993; Fraley & Raftery, 2003). Esta técnica realiza una búsqueda de los valores óptimos de los parámetros de centralidad y forma de las distintas distribuciones existentes utilizando para ello una especificación concreta para este tipo de poblaciones del algoritmo genérico E.M. (*Expectation-Maximization*) (Dempster, Laird, & Rubin, 1977; McLachlan & Krishnan, 2007). A fin de realizar una búsqueda viable de soluciones factibles la técnica MCLUST expande su exploración a través de múltiples restricciones relativas a la geometría de los hiperelipsoides de cada una de las normales multivariantes. Esto facilita alcanzar soluciones óptimas o sub-óptimas cuando la dimensión del espacio es excesivamente elevada como para determinar el valor del conjunto completo de parámetros de las distintas poblaciones. Ello está en relación directa con la maldición de la dimensionalidad (Köppen, 2000). Nótese que para un número k de distribuciones de dimensión p es necesario determinar $[k * \frac{p^2-p}{2} + p]$ parámetros correspondientes a las matrices de varianzas-covarianzas $+k * p$ parámetros correspondientes a los vectores de medias.

Un posible criterio para establecer la idoneidad de las distintas configuraciones es la utilización del Criterio de Información Bayesiana (BIC) que resulta de especial utilidad en conjunción con la técnica **MCLUST** utilizada. El gráfico de la Figura 6.9 muestra el valor del BIC para diversas configuraciones en las que la técnica **MCLUST** obtuvo los mejores resultados aplicando las restricciones de la leyenda siguiendo la terminología de los autores (Banfield & Raftery, 1993; Fraley & Raftery, 2002; Yeung, Fraley, Murua, Raftery, & Ruzzo, 2001). Los

resultados mostrados en este gráfico sugieren la **existencia de tres clases** bien diferenciadas de individuos.

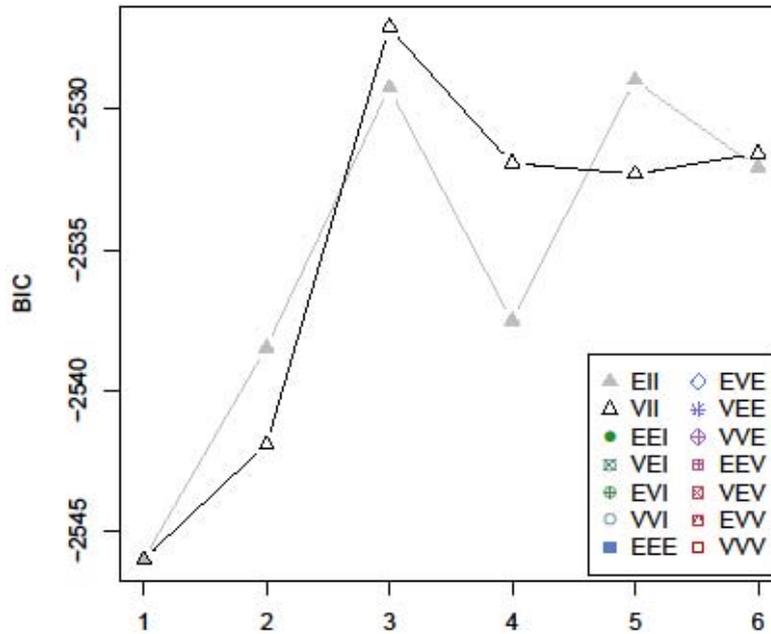


Figura 6.9- Gráfico que muestra la existencia de tres clases de individuos

Intentamos ver la distribución de estas tres clases en el gráfico de proyección Sammon (Sammon, 1969) de la Figura 6.10. En este gráfico no se identifican claramente los tres grupos que la técnica **MCLUST** sugiere, ya que la proyección de los datos de trabajo está muy distribuida en el área y no permiten una clara agrupación que nos indique o defina las tres clases. Esto no es óbice para la real existencia de las tres clases sugeridas, tan sólo muestra la incapacidad en este caso de la técnica Sammon con el propósito de vislumbrar la separación entre las distintas clases. Necesitaremos, por tanto, de una técnica de reducción dimensional que utilice como criterio de proyección aspirar a la mejor separación entre clases con la máxima compacidad de las mismas. No necesitamos buscar muy lejos, pues la **técnica LDA** ya presentada realiza precisamente esta función.

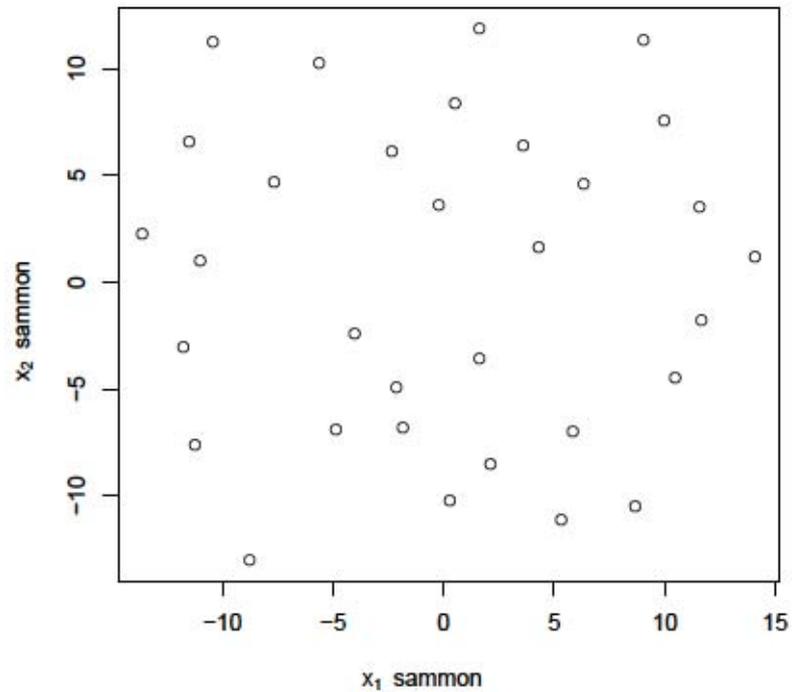


Figura 6.10. Gráfico de proyección Sammon para la distribución en clases

Se realiza el estudio con el **análisis discriminante lineal (LDA)** para permitir acercar la definición de los grupos y encontrar las relaciones lineales entre las variables que mejor discriminen los grupos.

En la Figura 6.11 se expone el gráfico del **análisis LDA** de las clases, en el cual distinguimos, ahora sí, los tres grupos de alumnos que detectamos en el estudio clúster inicial. El análisis discriminante permite una agrupación más definida de los grupos proyectados, como sugiere el gráfico expuesto.

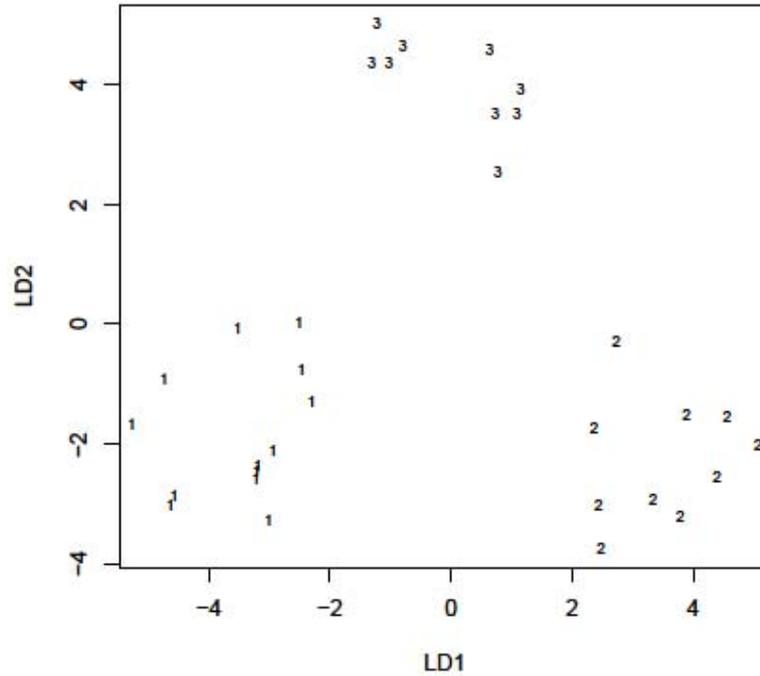


Figura 6.11- Gráfico LDA de las tres clases

Podemos advertir la idoneidad del uso de la técnica LDA mostrando a modo ilustrativo la proyección Sammon anterior utilizando, esta vez, un código de colores que nos informe de la pertenencia a cada clase de los datos proyectados. Se observa, ahora sí, como los datos aparecen también compartimentados en la proyección Sammon de la Figura 6.12, si bien no es evidente la presencia de éstas debido a la falta del código de color de cada clase. En este caso, el gráfico con el código de colores permite observar la distribución en las tres clases previstas en el análisis clúster³.

³ Distribución de los alumnos en tres tipos diferenciados entre sí. Los símbolos + en color verde, los símbolos o en color negro y los \triangle en rojo.

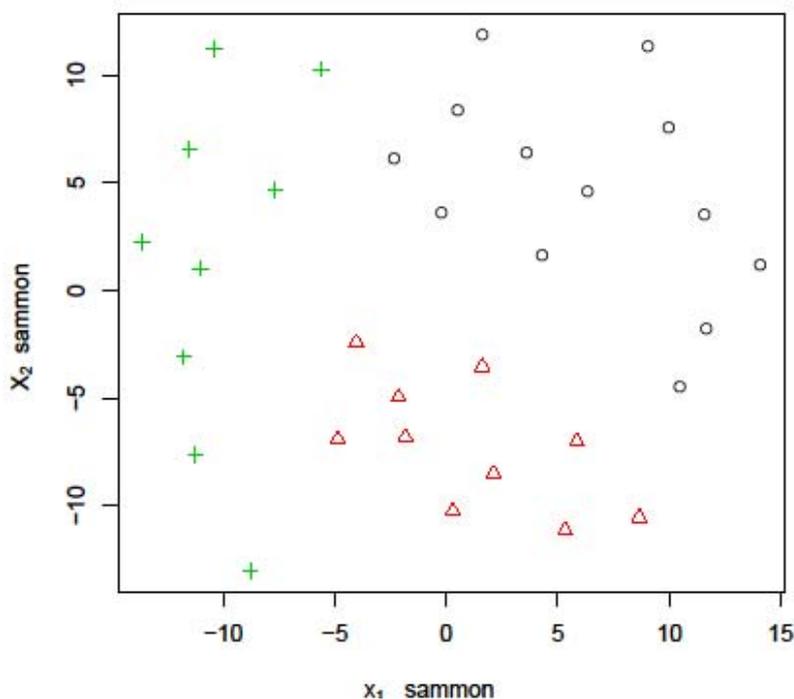


Figura 6.12- Proyección Sammon de las clases diferentes

6.3.5.2 Análisis de las variables

Estudiamos, ahora, la disposición de cada individuo dentro de las tres clases, qué tendencia siguen mayoritariamente, entre qué clase se mueven y cómo se produce la migración por parte de cada alumno.

Se retoma la tabla inicial (Tabla 6.5), en la que se recogían los valores de los indicadores correspondientes a la exposición oral del guion. A fin de una utilización más pragmática de las variables y la referencia a éstas mediante un nombre, se procede a sintetizar las descripciones originales, cargadas de semántica, reformulando su denominación con un cambio de nombre más corto y manejable para futuras referencias. Se asigna a cada tipo de evaluación-indicador un nombre compuesto que defina e identifique tanto al indicador representado como al tipo de evaluación al que hace referencia. La Tabla 6.8 muestra la nomenclatura asociada y que será utilizada a lo largo de los siguientes análisis.

Tabla 6.8- Nomenclatura. Reformulación de los distintos indicadores-tipo de evaluación

Nomenclatura Escala de Valoración	Lenguaje corporal: contacto visual (10 Puntos)		Lenguaje corporal: postura corporal (10 Puntos)		Lenguaje paraverbal: volumen-entonación(10 Puntos)		Capacidad sintética (15 Puntos)		Justificación de la elección (10 Puntos)		Profundidad de los contenidos (15 Puntos)		Dominio y conocimiento de los contenidos del tema (15 Puntos)		Originalidad (15 Puntos)	
	Hetero	Autoeva	Hetero	Autoeva	Hetero	Autoeva	Hetero	Autoeva	Hetero	Autoeva	Hetero	Autoeva	Hetero	Autoeva	Hetero	Autoeva
Nomenclatura gráficas	Contacto Visual-Hetero	Contacto Visual-Auto	Postura Corporal-Hetero	Postura Corporal-Auto	VolumenEntonación-Hetero	VolumenEntonación-Auto	CapacidadSintética-Hetero	CapacidadSintética-Auto	Justificación-Hetero	Justificación-Auto	ProfundidadContenidos-Hetero	ProfundidadContenidos-Auto	Dominio-Hetero	Dominio-Auto	Originalidad-Hetero	Originalidad-Auto

6.3.5.3 Exposición Oral del Guion. Datos exposición inicial:

En primer lugar se realiza el análisis utilizando los datos resultantes de aplicar la evaluación formativa con la escala de valoración de la exposición oral del guion, exposición inicial de la asignatura (Figura 6.1). Separamos los datos recogidos en esta fase de acuerdo con el análisis clúster, utilizando la técnica MCLUST en el apartado anterior (6.3.5.1). En la Figura 6.13 se muestra el perfil de medias de estos indicadores-evaluación de cada una de las clases. Nótese que esta gráfica muestra información relativa tanto a la heteroevaluación como a la autoevaluación, pero no se contempla aún la calificación final del alumno.

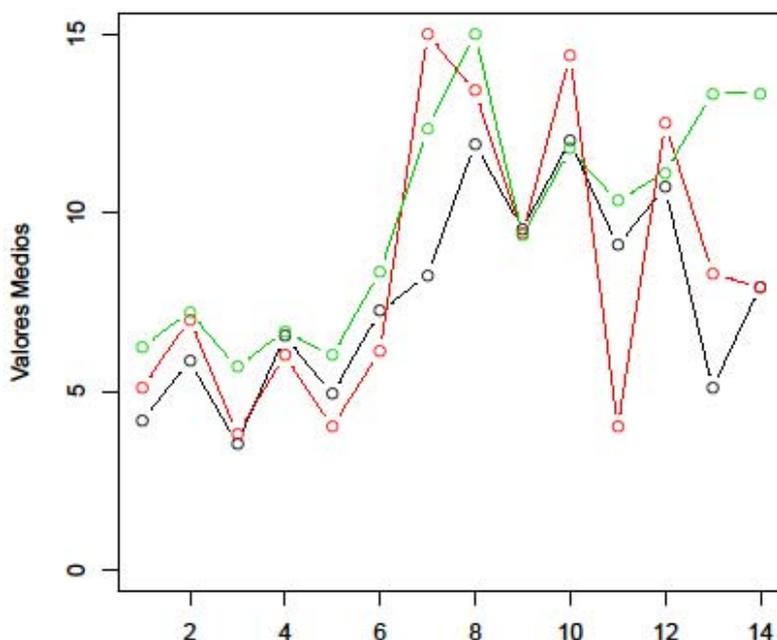


Figura 6.13- Gráfico perfiles-grupos de la exposición inicial

En la Figura 6.13, las líneas de colores representan los perfiles de cada clase y caracterizan a sus individuos. Los perfiles encontrados son:

- **Línea Verde.** Este perfil responde a la clasificación de los alumnos con los mejores resultados. En todos los indicadores obtienen los mejores resultados, salvo en dos, en los que obtienen la segunda mejor valoración. En uno de los indicadores, los tres perfiles tienen el mismo valor.
- **Línea Negra.** Este perfil corresponde a los alumnos con peores resultados, tiene los peores resultados en la mayoría de los indicadores. Corresponde a la clase que más puede avanzar en este tipo de metodología.

- **Línea Roja.** En esta clase el perfil define una línea muy irregular. Las valoraciones obtenidas en los indicadores están muy dispares, obteniendo incluso en algún caso el máximo valor.

Caracterizados los perfiles de cada una de las tres clases presentes se procede a continuación a interesarse acerca de cuáles son las variables que mayor información contienen a fin de segregar las clases; esto es, aquellas que marcan en mayor medida la diferencia entre pertenecer a una clase u otra.

Recordando que la técnica LDA proporciona los valores de la ponderación de la combinación lineal necesaria entre las variables originales para la transformación y la obtención del cambio de base a unos ejes discriminantes, se utilizarán precisamente estos pesos para la valoración de la importancia relativa de cada uno de los indicadores-evaluación en la diferenciación entre clases.

Utilizaremos ahora el análisis discriminante, técnica estadística multivalente que permite describir las diferencias significativas entre los grupos de individuos sobre los que se observan las ejes discriminantes.

En el análisis discriminante, los resultados pueden ser menores si se considera como variables de trabajo aquellas que no incorporan información pero dan muestra de las interacciones y los efectos que otras tienen sobre ellas. Es importante, por tanto, utilizar aquellas variables que mayor información proporcionen, obviando aquellas que no aportarían elementos nuevos.

A partir del análisis LDA se obtienen las variables que definen la mayor separación entre grupos, se obtienen los ejes representados sobre los que se proyecta la mayor separación LD1 y seguidamente LD2, **ejes discriminantes**. Para ello aplicamos la función *ldacomp* (componentes de LDA). Se explica mediante esta proyección y utilizando los valores de las variables clasificadoras, la relevancia que adquieren las variables para la definición de las diferentes clases, obteniendo una clasificación de aquellas que cobran mayor importancia a la hora de realizar una distinción entre clases. Este procedimiento es un modelo de predicción de una variable respuesta categórica a partir de las variables clasificatorias.

Comenzando por el primer eje discriminante (eje LD1), aquel de mayor impacto en la separación entre clases, se observa a través de lo reflejado en la Tabla 6.9 cómo los resultados identifican que la variable **Capacidad Sintética-Hetero**, es decir, el indicador de la capacidad sintética en la heteroevaluación es, con diferencia, la variable que más marca la diferenciación entre los grupos. También podemos concluir, a tenor de lo anterior, que el grupo con mejores resultados es, además, el más capaz de realizar la síntesis de la exposición.

Otra de las conclusiones que se obtienen de esta representación es que la gran mayoría de las variables que marcan la diferenciación son las referidas a la evaluación del profesor (heteroevaluación). Esto es debido en parte a que para el alumno es la primera vez que utiliza esta metodología evaluativa y trabaja con escalas de valoración. Veremos si esto se verifica en la experiencia final, en la cual ya tiene varias experiencias previas.

Tabla 6.9- Valores de las variables iniciales según el eje LD1

Valores de las variables Iniciales según el eje LD1	
CapacidadSintetica.Hetero	ContactoVisual.Hetero
20.27	13.85
Dominio.Hetero	PosturaCorporal.Auto
10.37	9.79
ContactoVisual.Auto	Originalidad.Hetero
9.13	7.29
CapacidadSintetica.Auto	VolumenEntonacion.Auto
7.25	6.30
ProfundidadContenidos.Auto	Originalidad.Auto
6.04	4.90
VolumenEntonacion.Hetero	Justificacion.Auto
3.00	0.82
Dominio.Auto	PosturaCorporal.Hetero
0.54	0.45

Para ver la importancia que sobre el vector resultante tiene cada variable extraemos los valores en tanto por ciento acumulado, reflejo de la cantidad de información preservada en la utilización parcial del conjunto de variables. En el acumulado de los porcentajes (Tabla 6.10) se ve que se prorroga considerablemente el alcanzar el 95% del total, que necesita utilizar 10 variables. Esto quiere decir que son 10 las variables con las que se puede definir suficientemente y de un modo más simple y efectivo la dirección del vector que refleja la diferenciación entre los distintos perfiles del grupo.

Tabla 6.10- Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD1

Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD1	
CapacidadSintetica.Hetero	ContactoVisual.Hetero
20.27%	34.12%
Dominio.Hetero	PosturaCorporal.Auto
44.49%	54.28%
ContactoVisual.Auto	Originalidad.Hetero
63.41%	70.7%
CapacidadSintetica.Auto	VolumenEntonacion.Auto
77.95%	84.25%
ProfundidadContenidos.Auto	Originalidad.Auto
90.29%	95.19%
VolumenEntonacion.Hetero	Justificacion.Auto
98.19%	99.01%
Dominio.Auto	PosturaCorporal.Hetero
99.55%	100%

Según la proyección sobre el eje LD2 (Tabla 6.11), los resultados indican que las variables que más marcan la diferencia entre clases son las de la heteroevaluación frente a las de autoevaluación, esto indica un claro contraste de la aplicación del método de evaluación del profesor frente a los alumnos. Se obtienen de esta representación que la gran mayoría de las variables que marcan la diferenciación son las referidas a la evaluación del profesor (heteroevaluación), esto es debido en parte a que para el alumno es la primera vez que realiza esta metodología evaluativa y que trabaja con escalas de valoración. Veremos si esto se verifica en la experiencia final, en la cual ya tiene varias experiencias previas.

Esta diferenciación aparece tanto para el eje LD1 como para el LD2, aunque de forma más clara en el eje LD2.

Tabla 6.11- Valores de las variables Iniciales según el eje LD2

Valores de las variables Iniciales según el eje LD2	
Originalidad.Hetero	Dominio.Hetero
18.21	17.50
Originalidad.Auto	Justificacion.Auto
11.83	9.39
CapacidadSintetica.Auto	VolumenEntonacion.Auto
7.14	6.49
PosturaCorporal.Auto	VolumenEntonacion.Hetero
5.12	4.51
PosturaCorporal.Hetero	Dominio.Auto
4.22	3.99
ContactoVisual.Hetero	ContactoVisual.Auto
3.15	2.98
CapacidadSintetica.Hetero	ProfundidadContenidos.Auto
2.94	2.51

En el resultado arrojado por los porcentajes acumulados (Tabla 6.12), se identifica el gran número de variables (variables discriminantes) que se conjugan para poder realizar la diferenciación de las clases con las variables consideradas. Son varios los indicadores considerados de la escala de valoración de la exposición oral que forman parte de esa diferenciación entre grupos, esto es, existen indicadores y tipos de evaluación con un marcado carácter desigual entre alumnos.

Tabla 6.12- Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD2

<i>Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD2</i>	
Originalidad.Hetero	Dominio.Hetero
18.21%	35.72%
Originalidad.Auto	Justificacion.Auto
47.54%	56.94%
CapacidadSintetica.Auto	VolumenEntonacion.Auto
64.07%	70.57%
PosturaCorporal.Auto	VolumenEntonacion.Hetero
75.68%	80.2%
PosturaCorporal.Hetero	Dominio.Auto
84.41%	88.41%
ContactoVisual.Hetero	ContactoVisual.Auto
91.55%	94.54%
CapacidadSintetica.Hetero	ProfundidadContenidos.Auto
97.47%	99.99%

6.3.5.4 Exposición Oral del Trabajo Final. Datos experiencia final

Se repite el proceso de análisis del apartado anterior (6.3.5.3) mediante el análisis clúster pero en este caso para la exposición oral del trabajo ya realizado, lo que hemos denominado la exposición final, exposición que cierra el ciclo de la evaluación formativa en la metodología de realización y presentación de trabajos.

En este caso, el estudio arroja tres perfiles diferenciados. En estas tres clases de perfiles hay dos grandes grupos bien diferenciados y otro con un solo individuo. Viendo que en este grupo solo hay un individuo, podemos entender esta observación como un espurio, y se desecha el grupo unitario para que no distorsione el análisis y obtenemos el gráfico de la Figura 6.14, en el que se representan los dos perfiles de las dos grandes clases definidas para la exposición final.

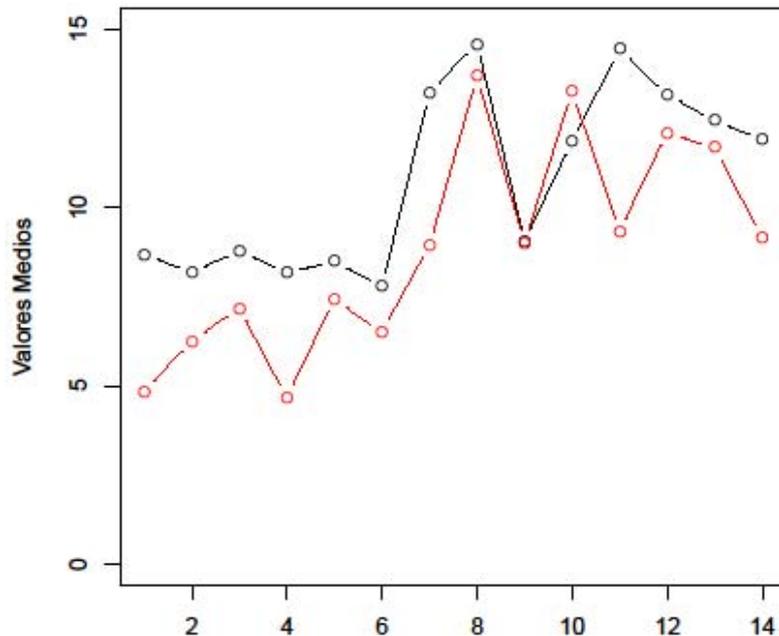


Figura 6.14- Gráfico perfiles-grupos de la exposición final

Las líneas roja y negra representan los perfiles de cada clase. Los perfiles definidos son:

- **Línea Negra.** Este perfil responde a la clasificación de los alumnos con los mejores resultados. En todos los indicadores obtienen los mejores resultados salvo en uno.
- **Línea Roja.** Este perfil corresponde a los alumnos con peores resultados, tiene los peores resultados en la mayoría de los indicadores.

Es importante observar el comportamiento de las variables en cada clúster para descubrir la tendencia que se esconde en él.

Se estudia ahora, cuáles son las variables (indicadores-evaluación) que más diferencian las clases. Las variables representativas en cada grupo serán aquellas que presenten un rango de variación pequeño y con valores cercanos a la media, con valores altos y una desviación típica pequeña.

Este estudio nos informa sobre qué variables son las que más discriminan entre las clases, es decir, cuáles hacen más homogéneo al grupo respecto a ellas y más diferentes con respecto a otros grupos.

Mediante la proyección en el eje LD1 se obtienen los valores que se exponen en la Tabla 6.13, los ejes discriminantes para las clases diferenciadas en la exposición final. Los valores que arroja este análisis nos indican que la **Capacidad Sintética.Auto** junto con el **Dominio.Hetero** son las variables que principalmente marcan la tendencia hacia una u otra clase. A diferencia de la exposición inicial, el dominio del tema entra a ser determinante en la

clasificación, aunque sigue siendo la heteroevaluación el tipo de evaluación dominante. Sin embargo, la capacidad de síntesis es ahora significativa en la autoevaluación; esto es una novedad importante, es revelador ya que esta variable pertenece a la acción del alumno, esto es, el alumno ha aprendido a utilizar las herramientas de la evaluación formativa y su criterio tiene ahora un mayor poder discriminante.

Tabla 6.13- Valores de las variables finales según el eje LD1

<i>Valores de las variables finales según el eje LD1</i>	
Dominio.Hetero	CapacidadSintetica.Auto
14.76	14.27
CapacidadSintetica.Hetero	Originalidad.Auto
10.76	10.22
ContactoVisual.Auto	Justificacion.Auto
9.94	9.76
Originalidad.Hetero	ContactoVisual.Hetero
7.91	6.34
PosturaCorporal.Hetero	ProfundidadContenidos.Auto
4.64	3.45
PosturaCorporal.Auto	VolumenEntonacion.Auto
3.34	2.16
Dominio.Auto	VolumenEntonacion.Hetero
1.84	0.69

En el acumulado de los porcentajes del eje LD1, Tabla 6.14, volvemos a tener nuevamente múltiples variables que entran en juego. En el porcentaje acumulado para poder alcanzar el 95%, debemos seleccionar en torno a 10 variables.

A diferencia del análisis discriminante de la exposición oral, toman una gran relevancia las variables del tipo de autoevaluación dentro de las 10 variables discriminantes; lo que indica que las variables que dependen de la gestión de los alumnos son más significativas que al principio, en la exposición inicial. Los alumnos están ahora mejor preparados para realizar esta metodología de Evaluación. Esto nos indica también que para realizar una buena práctica en la evaluación formativa es recomendable una formación previa de la metodología, y no solo formación, sino también experiencia y práctica. El éxito de la buena práctica en la evaluación formativa pasa por una experimentación en la utilización de las escalas de valoración al igual que las rúbricas.

Tabla 6.14- Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD1

<i>Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD1</i>	
Dominio.Hetero	CapacidadSintetica.Auto
14.76%	29.03%
CapacidadSintetica.Hetero	Originalidad.Auto
39.78%	49.1%
ContactoVisual.Auto	Justificacion.Auto
59.93%	69.69%
Originalidad.Hetero	ContactoVisual.Hetero
77.59%	83.93%
PosturaCorporal.Hetero	ProfundidadContenidos.Auto
88.56%	92.01%
PosturaCorporal.Auto	VolumenEntonacion.Auto
95.34%	97.5%
Dominio.Auto	VolumenEntonacion.Hetero
99.33%	100%

Según la proyección en el eje LD2, los valores resultantes se exponen en la Tabla 6.15. Se obtienen las variables discriminantes para las clases diferenciadas en la exposición final, observamos que la **CapacidadSintetica. Auto** junto con el **Justificacion.Auto** son las variables principales que marcan la diferenciación.

Este resultado reafirma el obtenido en la proyección en el eje LD1, en el cual ya veíamos que el alumno alcanzaba una madurez en la dinámica propuesta, ya que las variables de autoevaluación son ahora muy representativas en la discriminación de clases. Vuelve a ser significativa la capacidad de síntesis. Podemos afirmar que la competencia asociada al indicador de la capacidad de síntesis es la que adquieren los alumnos de mejores calificaciones con los niveles más altos de cualificación con respecto al resto del grupo.

Tabla 6.15- Valores de las variables finales según el eje LD2

<i>Valores de las variables finales según el eje LD2</i>	
CapacidadSintetica.Auto	Justificacion.Auto
13.90	11.29
Dominio.Auto	ContactoVisual.Hetero
10.20	9.95
CapacidadSintetica.Hetero	PosturaCorporal.Hetero
9.59	9.55
VolumenEntonacion.Hetero	ContactoVisual.Auto
9.12	5.97
VolumenEntonacion.Auto	Originalidad.Hetero
5.41	4.52
PosturaCorporal.Auto	Originalidad.Auto
3.72	3.32
Dominio.Hetero	ProfundidadContenidos.Auto
2.84	0.68

En el acumulado de porcentajes del eje LD2, (Tabla 6.16), se identifica el gran número de **variables discriminantes** necesarias para realizar la diferenciación de clases y la identificación de una muestra a uno de los grupos categorizados. Se vuelve a constatar la gran importancia que en esta última etapa adquieren las variables de autoevaluación, de 12 variables discriminantes que podemos considerar para identificar el alcance, de aproximadamente el 95% de acierto, 7 son de autoevaluación. Se pone de manifiesto la madurez del proceso en el estudiante.

Son varios, también, los indicadores considerados de la escala de valoración de la exposición oral final que forman parte de esa diferenciación entre grupos. Destacamos la capacidad de síntesis, que aparecen entre las variables discriminantes tanto en la heteroevaluación como en la autoevaluación. De esta evidencia extraemos la conclusión de que la capacidad de síntesis, a la hora de exponer un trabajo, es la que más diferencia un grupo de alumnos de otro. Los alumnos que logran buenas calificaciones adquieren ampliamente esta capacidad pero los alumnos que obtienen peores valoraciones es en esta competencia, principalmente, en la que necesitan seguir trabajando para evolucionar.

Tabla 6.16- Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD2

Porcentaje acumulado de las variables Iniciales según el eje LD2	
CapacidadSintetica.Auto	Justificacion.Auto
13.9%	25.19%
Dominio.Auto	ContactoVisual.Hetero
35.38%	45.33%
CapacidadSintetica.Hetero	PosturaCorporal.Hetero
54.91%	64.46%
VolumenEntonacion.Hetero	ContactoVisual.Auto
73.57%	73.57%
VolumenEntonacion.Auto	Originalidad.Hetero
84.94%	89.46%
PosturaCorporal.Auto	Originalidad.Auto
93.17%	96.49%
Dominio.Hetero	ProfundidadContenidos.Auto
99.32%	99.1%

6.3.5.5 Análisis de resultados

Exposición oral Inicial vs exposición oral Final. Tendencia del individuo.

A la vista de la evolución en los resultados que vamos obteniendo se plantea, como ya se anunciaba en la metodología, la necesidad de encontrar la proyección individual de cada alumno, su evolución desde la primera experiencia en la exposición oral a la última. Este análisis nos proporcionará la información necesaria para concluir si nuestra metodología conlleva un camino hacia la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje o, por lo menos, contribuye a ello. En la proyección del alumno sobre su evolución a lo largo del desarrollo de la asignatura, podremos valorar si todos los esfuerzos empleados en la aplicación de la evaluación formativa y compartida favorece, entre otros objetivos, la mejora de los resultados académicos del alumno.

Se realiza una gráfica, utilizando nuevamente el LDA, en la que solo representaremos las fronteras entre los grupos. Volvemos a contar con los tres grupos iniciales aunque sabemos que en la experiencia final solo habrá un individuo en uno de ellos⁴. En esta transposición valoramos si los alumnos han evolucionado de forma positiva, progresando de grupos inferiores hacia los superiores.

La proyección realizada ahora es la correspondiente a las valoraciones de **G** y **E** en un plano discriminante obtenido a partir de los resultados del análisis clúster del apartado

⁴ En la exposición final, el análisis clúster arroja la existencia de tres clases pero, como vimos en el apartado 6.3.5.4, uno de los grupos estaba constituido por un solo individuo, por lo tanto en los gráficos habrá un espacio en el que figure la proyección **E**

anterior (6.3.5.1). La letra **G** del gráfico representa la exposición inicial del guion de forma individual por cada alumno y la letra **E** representa la exposición final de cada alumno del trabajo ya realizado, es la última prueba a la que se somete el alumno en la metodología aplicada.

En el **Anexo B**. Gráficas de la Evolución de los alumnos entre la primera y la última experiencia, se incluyen todas las obtenidas durante este estudio, una por individuo. Dichas gráficas arrojan parte de la información que estábamos buscando. No obstante, se expone en este documento, a modo de ejemplo/análisis, una representación de los tipos más característicos y significativos. En cada grupo característico se han contabilizado para su análisis la totalidad de los casos Seguidamente se exponen estos casos para su análisis pormenorizado.

De los 32 alumnos registrados: 17 evolucionaron de una clase a la superior, 8 permanecen en la misma clase y 5 involucionan de una clase a otra inferior.

Los 17 alumnos que tuvieron una evolución positiva lo hicieron de la clase 2 a la 1, (ejemplo de la Figura 6.15). Este alumno pasó del grupo 2 al 1 y de la clase 3 a la 2, ejemplo la Figura 6.16, este alumno pasó del grupo 3 al 2. De los 8 alumnos que permanecieron en el mismo grupo existen 3 que inicialmente permanecían a la clase 1, (ejemplo Figura 6.17), estos alumnos han evolucionado dentro de la clase superior; el resto lo han hecho dentro de la clase 2, Figura 6.18. Por ultimo hay un grupo de 5 alumnos que retroceden en sus valoraciones, produciéndose esta involución entre las clase 1 a la 2, (Figura 6.19).

Por lo tanto, se concluye que hay una mejoría en más de la mitad del alumnado, produciéndose una evolución positiva desde la primera vez que realizaron la exposición pública hasta la última. ***Esto ratifica que la metodología utilizada para su formación ha sido adecuada. Uno de los objetivos planteados era la mejora en la evolución de las calificaciones y se ha conseguido en la mayoría de los alumnos.***

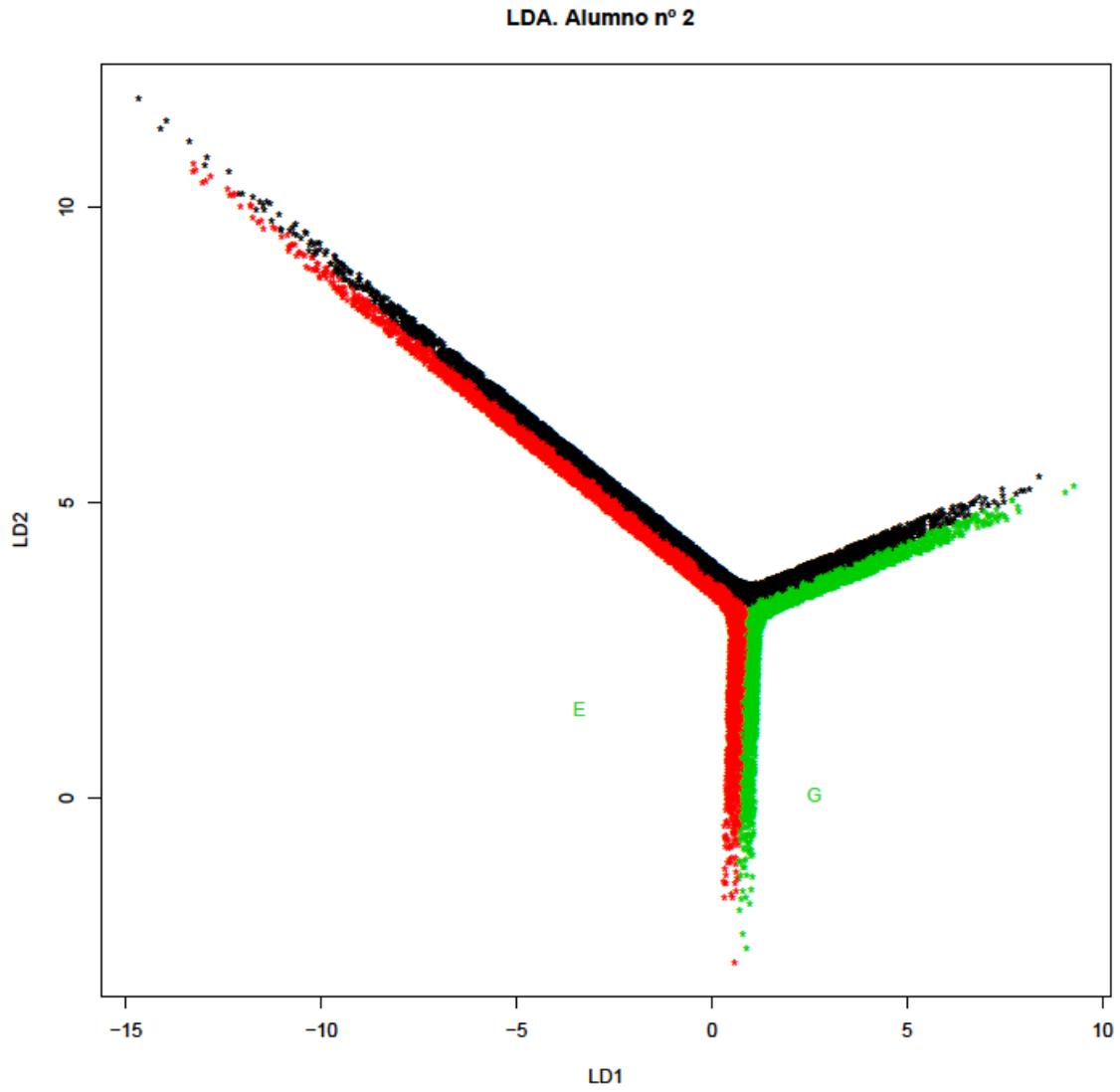


Figura 6.15- Evolución positiva de un alumno, del grupo 2 al grupo 1

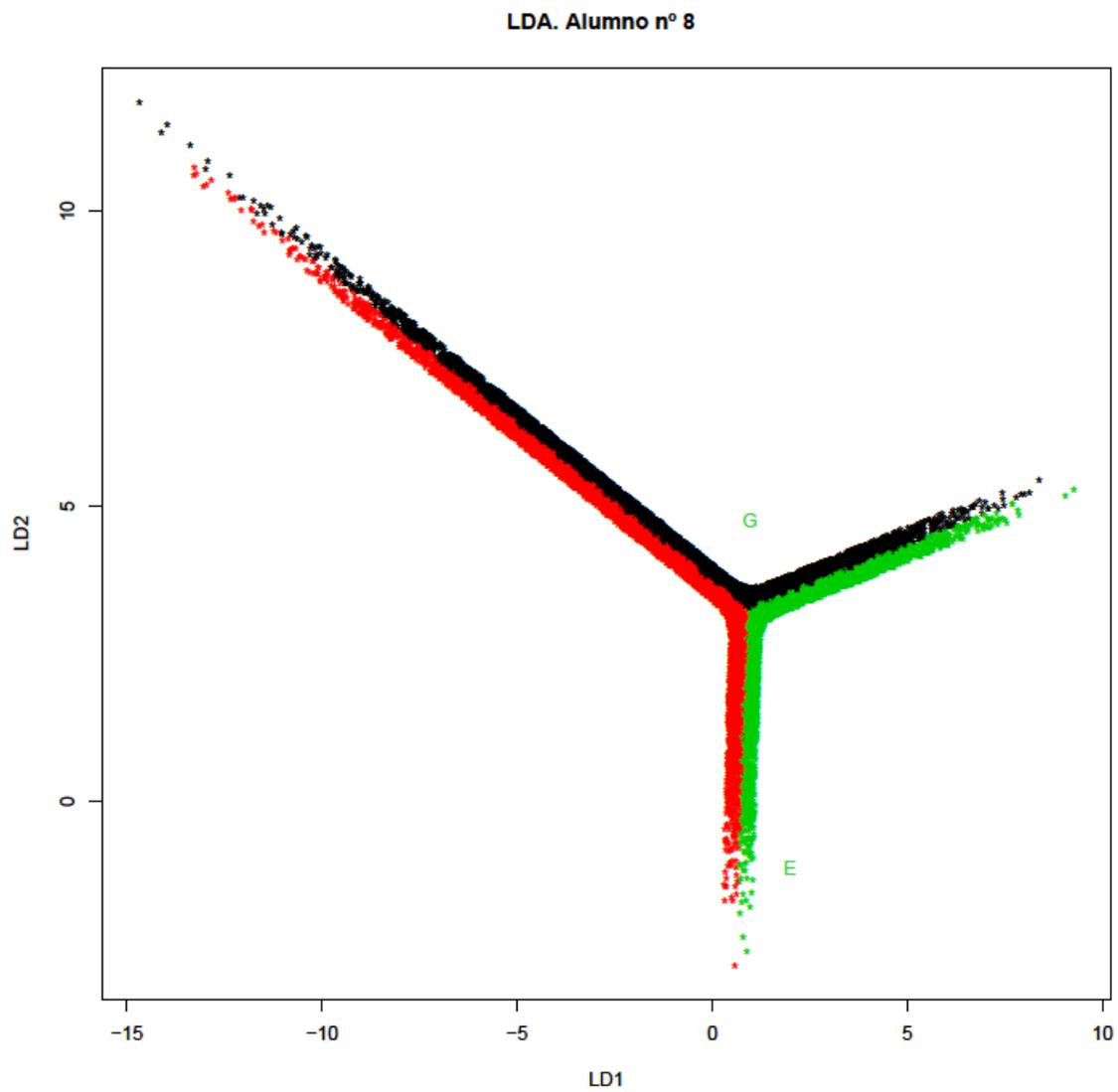


Figura 6.16- Evolución positiva de un alumno, del grupo 3 al grupo 2

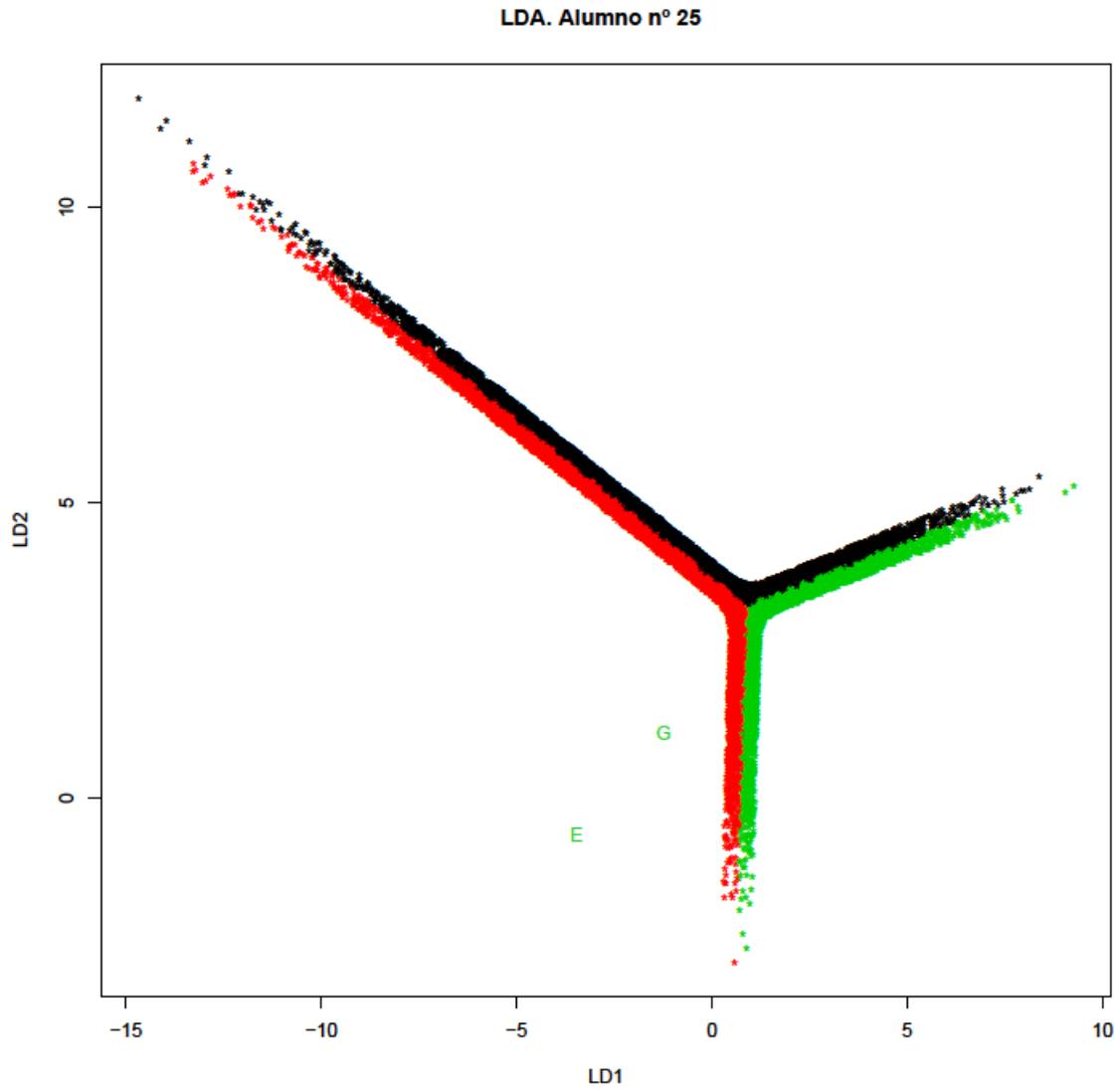


Figura 6.17- Alumno que permanece en la misma clase, clase 1

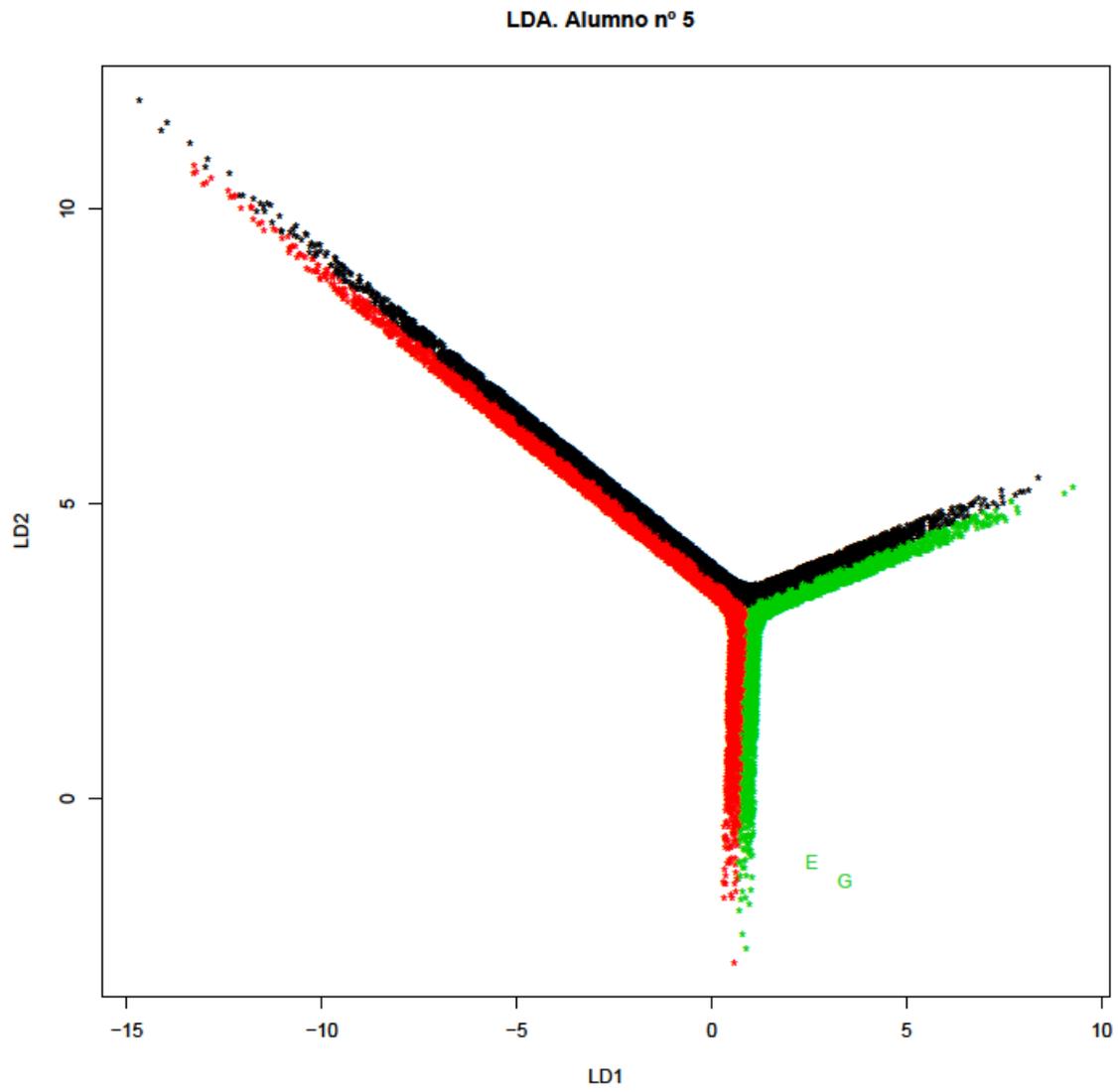


Figura 6.18- Alumno que evoluciona dentro de la clase 2

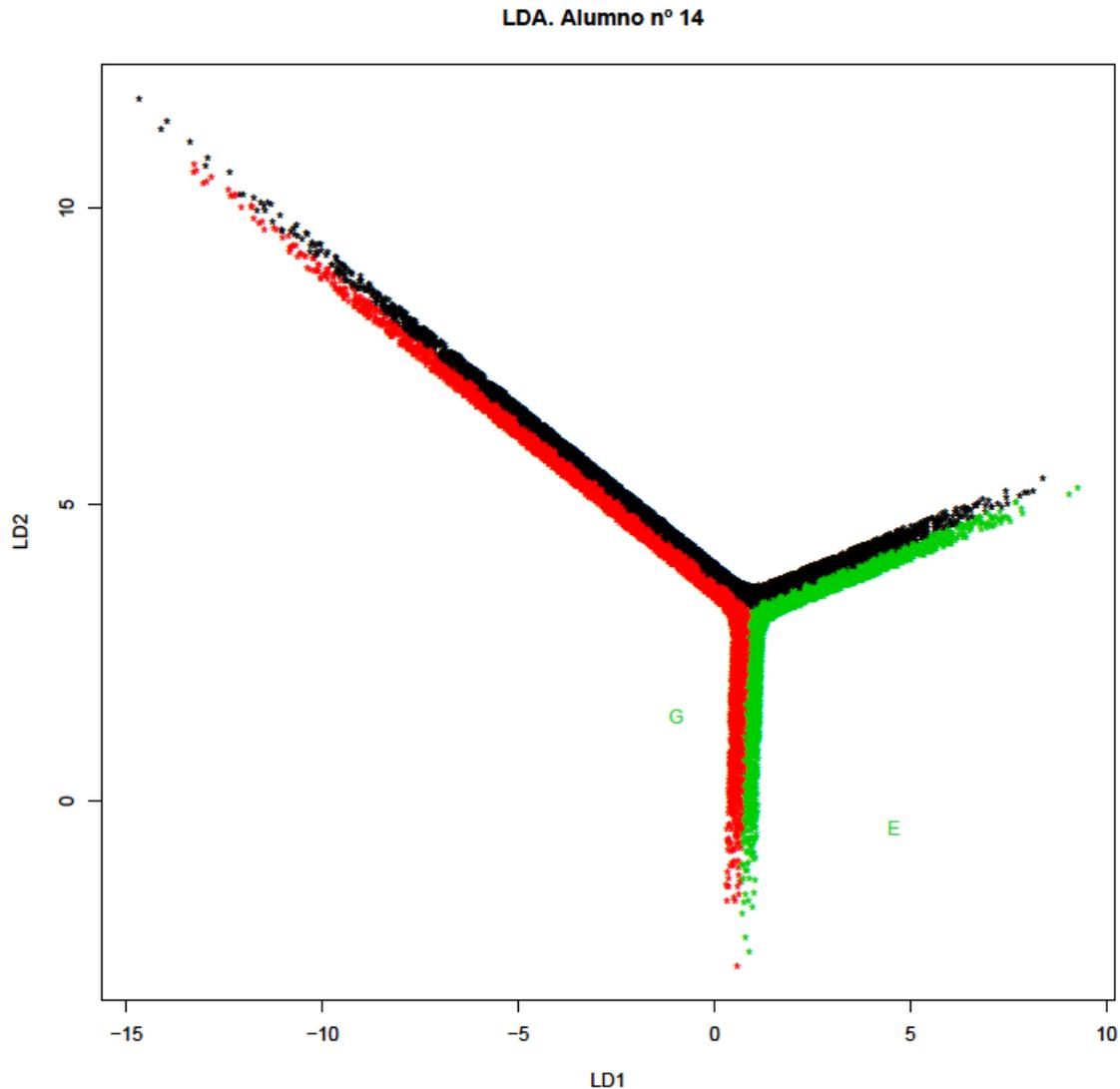


Figura 6.19- Alumno que involuciona de la clase 1 a la 2

6.3.5.5.1 *Análisis de los estudiantes*

La Evaluación Formativa y compartida como herramienta dirigida, trata la mejora de los resultados de aprendizaje de los alumnos de estudios universitarios. Esta herramienta es utilizada con la asignatura del apartado anterior para evaluar la adquisición y el nivel de competencias adquiridas por los alumnos. Como se enuncio en los objetivos, se intenta conseguir, principalmente, competencias dirigidas a la adquisición de capacidad de reflexión y de pensamiento crítico en el estudiante universitario. En este apartado se analizan las respuestas que sobre la experiencia realizó el grupo de estudiantes de Ingeniería. Este análisis tiene el compromiso de que pueda ser transferible a otras asignaturas de esta naturaleza.

A continuación, se reflejan las principales opiniones que los alumnos han emitido después de cumplimentar el cuestionario que la **Red de Evaluación Formativa y Compartida** propone para realizar con los estudiantes.

En la Tabla 6.17 se reflejan las valoraciones, en porcentaje, que los alumnos reflejaron para las cuestiones más generales: utilidad de la metodología, ayuda del docente, ayuda entre iguales. El alumnado valora entre muy buena y buena la utilidad de la metodología aplicada. La evaluación formativa es para el **96.5%** de los estudiantes, beneficiosa para su formación, la ayuda por parte del profesor se valora mejor que la de los propios compañeros, un 79,30% del docente frente a un 62.10% entre pares.

Destacamos el tanto por ciento elevado que resulta de la utilidad del proceso, lo que indica satisfacción del alumno por el resultado de su formación en este proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tabla 6.17- Respuestas valoraciones generales del proceso

Aspectos generales respuesta del ALUMNADO	Muy Insuficientes	Insuficientes	Suficientes	Buenas	Muy Buenas
¿Considera útil lo aprendido con esta experiencia?	0%	0%	3,40%	58,50%	38%
¿Cómo valoras las ayudas recibidas por el docente?	0%	3,40%	17,20%	51,70%	27,60%
¿Cómo valoras las ayudas recibidas por los compañeros?	3%	7%	28%	48%	14%

Siguiendo con el cuestionario, en la Tabla 6.18 se detallan los resultados de varias preguntas más concretas que van enfocadas hacia la mejora del proceso para sucesivas ocasiones. Se indican con "X" aquellas valoraciones que se han contestado por encima del 50% y que han sido mayoritarias frente al resto.

Destacamos las altas valoraciones en la mayoría de los ítems, la importancia del trabajo diario, el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo, la motivación, los aprendizajes significativos, la mejora de la calidad, la interrelación entre la teoría y la práctica, la posibilidad de mejorar en el proceso. Todos estos aspectos son muy bien evaluados por los estudiantes, esto es importante ya que en gran parte de estos descriptores encontramos algunas de las competencias perseguidas.

La evaluación de los tres saberes en las competencias, saber, saber hacer y saber estar está calificada en la valoración mayor, así como la participación activa y colaborativa.

En el caso de la calificación, las preguntas están formuladas en sentido contrario. Es por tanto que las valoraciones "nada" y "poco" son positivas. Así, cuando se pregunta al alumno si son poco claras las indicaciones sobre las calificaciones y que si es injusto frente a otros tipos de evolución el alumno responde que poco nada. El alumno entiende la forma de calificar y además la ve objetiva y clara.

Únicamente existe un ítem en el que el alumno valora bajo, se trata de la percepción que tiene sobre si la calificación es justa. Esto puede ser debido a que sea necesario una mayor y mejor explicación del proceso, ya que en otros ítems sí que consideran la calificación como clara y subjetiva.

Tabla 6.18- Encuesta sobre la experiencia de la Evaluación Formativa en el grupo de alumnos

Aspectos que se consideran por parte del ALUMNADO	Nada	Poco	Algo	Bastante	Mucho
Ofrece alternativas a todos los estudiantes				X	
Hay un contrato previo, negociado y consensado del sistema de evaluación			X		
Está centrado en el proceso, importancia del trabajo diario				X	
El estudiante realiza un aprendizaje activo				X	
Se plantea el trabajo en equipo de forma colaborativa					X
El alumno/a está más motivado, el proceso de aprendizaje es más motivador				X	
La calificación es más justa		X			
Mejora la tutela académica (seguimiento y ayuda al alumno)			X		
Permite aprendizajes funcionales				X	
Genera aprendizajes significativos				X	
Se aprende mucho más				X	
Mejora la calidad de los trabajos exigidos				X	
Hay interrelación entre teoría y práctica				X	
Evalúa todos los aspectos posibles (en referencia al saber, saber hacer y saber estar y ser))					X
Hay retroalimentación en documentos y actividades				X	
Hay posibilidad de corregir errores en documentos y actividades				X	
Se da un seguimiento más individualizado				X	
Requiere más responsabilidad				X	
Exige una asistencia obligatoria y activa					X
Tiene una dinámica de trabajo poco conocida				X	
Exige continuidad				X	
Hay que comprenderlo previamente			X	X	
Exige un mayor esfuerzo				X	
Existe dificultad para trabajar en grupo		X	X		
Se puede acumular mucho trabajo al final				X	
Existe una desproporción trabajo/créditos			X		
El proceso de calificación es más complejo y, a veces, poco claro		X			
Genera inseguridad e incertidumbre, dudas sobre que hay que realizar		X			
Es injusto frente a otros procesos de evaluación	X				
Las correcciones han sido poco claras		X			
La valoración del trabajo es subjetiva		X			
Exige participar en mi propia evaluación (autoevaluarse)					X

6.3.5.6 Correlación de los indicadores—evaluación con la calificación final

En esta fase realizamos el análisis de los resultados obtenidos en el estudio de los indicadores-evaluación con referencia a la nota final conseguida por cada alumno. En este apartado nos interesamos en la posible correlación entre los indicadores y la calificación final⁵ a fin de valorar la información que cada una de estas variables contendría como posible predictor de la nota final del alumno en el acta de calificación.

En la Tabla 6.19 se exponen los criterios de calificación de la asignatura. Los criterios aquí expuestos contemplan la totalidad de actividades desarrolladas a lo largo del progreso de la asignatura, no contemplando únicamente la participación en la metodología objeto de este estudio, la evaluación formativa aplicada a la realización y la presentación individual de trabajos por parte de los alumnos. Esta tabla se realiza con el objeto de simplificar la nomenclatura en posteriores gráficos y tablas, así a cada criterio de calificación se le asigna un nombre de variable (F1, F2,...). De la misma forma, a la calificación final también se le asigna un identificador más pragmático y cómodo (Z).

Tabla 6.19- Nomenclatura de las variables según los criterios de calificación de la asignatura

Nomenclatura Criterios de Calificación	Trabajo Exposición	Trabajo Elaboración	Examen Teórico-Práctico	Participación del alumno	Prácticas Laboratorio	Nota Final
	15%	15%	50%	10%	10%	100%
Nomenclatura variables	F1	F2	F3	F4	F5	Z

Para establecer la correlación entre las variables es preciso en primer lugar determinar el posible conjunto de clases presentes en el conjunto de datos pues será necesario estimar la matriz de varianzas-covarianzas dentro de cada una de estas clases. La obtención de la correlación de modo global sin una categorización previa se vería perjudicada por la propia distorsión originada por el alejamiento de las clases entre sí lo que invalidaría el análisis.

A fin de ser capaces de establecer los modelos de categorización de clases en el conjunto de datos de las puntuaciones finales en cada criterio de calificación por alumno (Tabla 6.7) se emplea la estimación de la **función densidad de probabilidad** a dichos datos. El resultado de aplicar la función de densidad de probabilidad nos puede dar una primera información de interés, por ejemplo, en relación con el número de clases presentes en la muestra. Para el caso de los datos indicados, la gráfica obtenida (Figura 6.20) sugiere la posible presencia de tres clases.

La estimación que con esta gráfica realizamos nos arroja la categorización del global de los individuos en tres grupos que designamos en el propio gráfico con las letras **a, b y c**, donde

⁵ Los resultados finales por alumno están expuestos en la Tabla 6.7, presentada en este documento en el apartado 6.3.4.

el grupo señalado con la letra **b** es el que posee mayor número de individuos. Podemos razonar que la categorización en estas tres clases responde a la fragmentación de los estudiantes en grupos de alumnos con calificaciones en torno al aprobado, alumnos con calificaciones de notable, notable alto y finalmente un grupo reducido de alumnos con calificaciones muy superiores a la media y que sobresalen con calificaciones de sobresaliente y matrícula de honor.

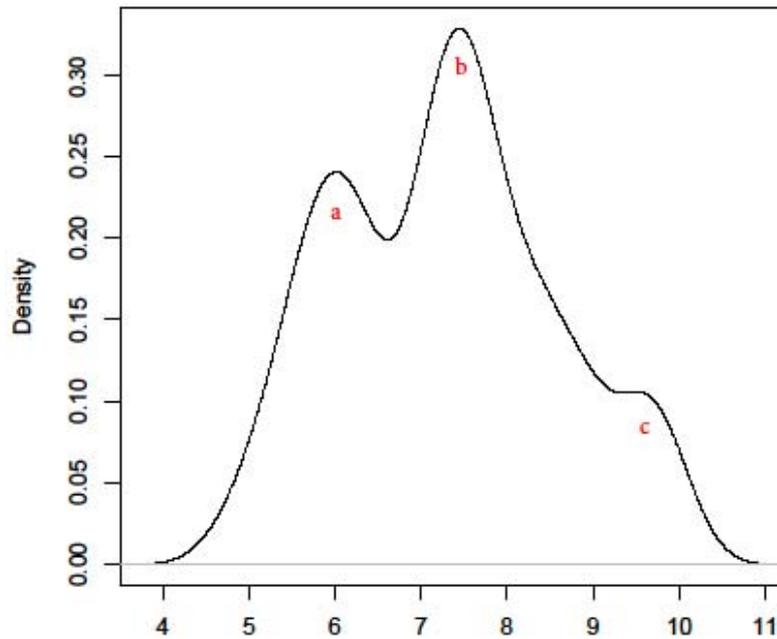


Figura 6.20- Gráfico de las tres clases en el conjunto de datos

Una vez obtenida la estimación del número de clases presentes se procede a continuar con la categorización del conjunto de los datos. En este caso fue suficiente aplicar el algoritmo **K-means** para tres clases.

En el algoritmo K-means, a diferencia del MCLUST fundamentado en un modelo sin métrica previa, se parte de que se conoce a priori la métrica a utilizar, siendo la más frecuentemente utilizada la euclídea en la mayor parte de los casos. El K-means es uno de algoritmos cuyas propiedades mejor se conocen. Es una técnica iterativa que parte de una configuración inicial en x clases arbitrarias. Una de las configuraciones iniciales más utilizada es la siguiente: (Peña, 2002)

- Asignar de forma aleatoria cada elemento a cada una de las clases y considerar entonces los representantes de las clases así obtenidas.
- Considerar como representantes de clase los elementos más lejanos entre sí.

- Basarse en información a priori para la asignación inicial de los elementos a las clases, o para la definición inicial directa de los representantes.

A lo largo de un número finito de pasos el algoritmo K-means distribuye una tras otra las observaciones designándolas al grupo al cual parecen ser más idénticas.

En la Figura 6.21, se representa la estimación de la función de densidad de probabilidad para las tres clases identificadas por el algoritmo K-means. En este gráfico se observan que las calificaciones de los alumnos se distribuyen efectivamente en tres clases bien diferenciadas entre sí.

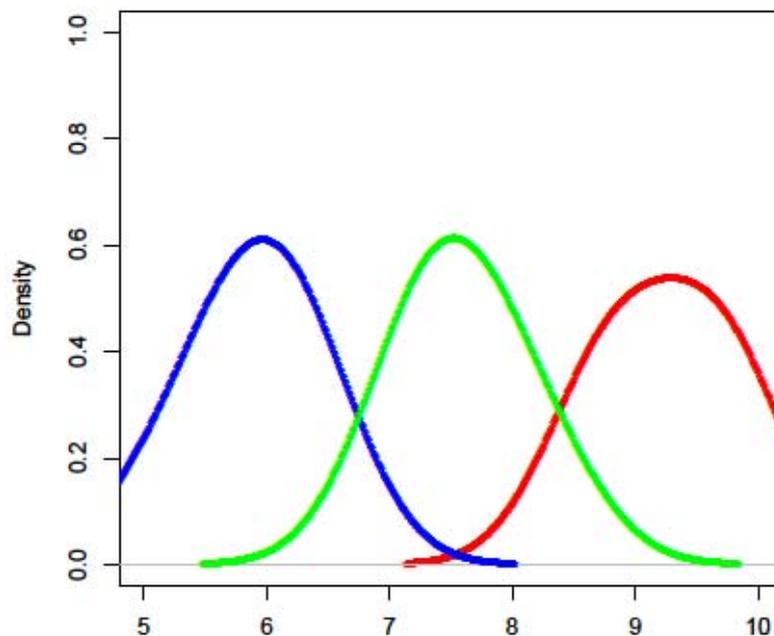


Figura 6.21- Gráfico del histograma de las clases. Calificación Cluster

Una vez realizado el análisis de las clases presentes en el conjunto de datos, nuestro interés se centra en la obtención de los perfiles que definen a cada una de dichas clases a fin de caracterizarlas y obtener de este modo información útil acerca de la naturaleza de las mismas. El perfil de cada grupo vendrá marcado por las puntuaciones de los criterios de calificación en cada caso. El gráfico de perfiles obtenido se puede observar en la Figura 6.22.

Se observa una tendencia similar en cada uno de los ítems, participada por todos los grupos, esto es, la proporcionalidad entre las calificaciones dentro de un margen es similar. Esta información nos anuncia que existe una tendencia, en los criterios de calificación, común a todas las clases, es decir, aquellos criterios en los que una clase obtiene los mejores

resultados es también de buenos resultados para el resto de las clases y al contrario, el criterio de peor calificación es para todas las clases el de más bajas calificaciones.

Las clases representadas por la **línea roja** y la **verde** marcan una tendencia muy semejante, avanzando de forma paralela en todas las variables, sin grandes diferencias entre ambos grupos. Claramente la clase representada por la **línea azul** es la correspondiente a los alumnos con peores calificaciones, en todas las variables obtiene inferiores resultados que las otras dos clases.

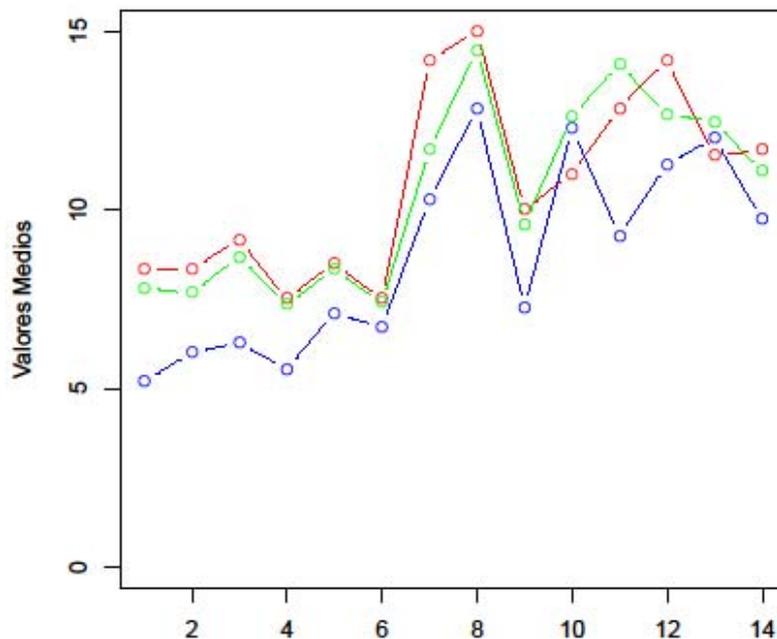


Figura 6.22- Gráfico de los perfiles de cada clase con respecto a la calificación final

A continuación, una vez realizado el análisis de clases, se determina la correlación entre los indicadores-evaluación y la calificación final con el objetivo de valorar la información contenida en los primeros a fin de poder predecir ésta última. Dado que existe coherencia con el estudio anterior, esto también justificaría que la calificación en el acta, a pesar de estar construida con otras calificaciones (variables de los criterios de calificación), nos describa la calificación final con los indicadores de la escala de valoración.

La Tabla 6.20, Tabla 6.21 y Tabla 6.22 muestran las matrices de correlación para cada una de las clases. Las tablas muestran una información desigual dependiendo de la clase analizada.

Para la **clase 1**, la correlación más estable la encontramos entre la calificación final (**Z**) y el indicador-evaluación **contactovisual.auto** con el valor de correlación **0.76**, esto es, la calificación final del alumno sería predecible a partir de la valoración que el propio alumno arroja sobre el desarrollo de su intervención a la hora de exponer el trabajo en público y

realizar la presentación con habilidades de comunicación y con seguridad en sí mismo, manteniendo un contacto visual atento con el auditorio en general. Para la **clase 2** la correlación de la calificación final (**Z**) más fuerte es con la variable **originalidad.hetero** con un valor de **0.66**, la relación en este caso es más débil, ahora la correlación no está tan referida a la habilidad publica del orador sino a la creatividad en la exposición del producto realizado. Y finalmente en la **clase 3** no se encuentra ninguna correlación relevante.

Los valores obtenidos utilizando la correlación lineal, y estudios no mostrados en este documento, nos hacen desechar la posibilidad de obtener un modelo simple de predicción. No siendo éste uno de los objetivos de este trabajo, se propone la confección de este modelo en un futuro trabajo de investigación por su posible interés para la valoración del propio alumno de su futura posible calificación.

Tabla 6.20- Correlación de la clase 1 con los indicadores

Correlación clase 1	ContactoVisual.Hetero	ContactoVisual.Auto	ContactoVisual.Hetero	ContactoVisual.Auto	PosturaCorporal.Hetero	PosturaCorporal.Auto	VolumenEntonación.Hetero	VolumenEntonación.Auto	CapacidadSintética.Hetero	CapacidadSintética.Auto	Justificación.Auto	ProfundidadContenidos.Auto	Dominio.Hetero	Dominio.Auto	Originalidad.Hetero	Originalidad.Auto	Z. Nota final en Acta
ContactoVisual.Hetero	1,00	0,25	0,63	0,71	0,63	0,71	0,32	0,32	0,63	NA	NA	-0,25	0,96	0,63	0,20	0,50	0,56
ContactoVisual.Auto	0,25	1,00	-0,32	0,00	-0,32	0,00	0,32	0,32	-0,32	NA	NA	-0,25	0,07	-0,32	0,59	-0,25	0,76
PosturaCorporal.Hetero	0,63	-0,32	1,00	0,45	1,00	0,45	0,45	0,20	1,00	NA	NA	0,32	0,82	1,00	-0,12	0,32	0,35
PosturaCorporal.Auto	0,71	0,00	0,45	1,00	0,45	1,00	0,33	0,45	0,45	NA	NA	0,00	0,68	0,45	0,09	0,71	0,15
VolumenEntonación.Hetero	0,71	0,00	0,45	1,00	0,45	0,33	1,00	0,45	0,45	NA	NA	-0,71	0,68	0,45	0,46	0,71	0,26
VolumenEntonación.Auto	0,32	0,32	0,20	0,45	0,20	0,45	1,00	1,00	0,20	NA	NA	-0,32	0,30	0,20	0,87	0,63	0,43
CapacidadSintética.Hetero	0,63	-0,32	1,00	0,45	1,00	0,45	0,45	0,20	1,00	NA	NA	0,32	0,82	1,00	-0,12	0,32	0,35
CapacidadSintética.Auto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,00	1,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Justificación.Auto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,00	1,00	NA	NA	NA	NA	NA	NA
ProfundidadContenidos.Auto	-0,25	-0,25	0,32	-0,71	0,32	0,00	-0,71	-0,32	0,32	NA	NA	1,00	-0,07	0,32	-0,59	-0,50	0,01
Dominio.Hetero	0,96	0,07	0,82	0,68	0,82	0,68	0,30	0,30	0,82	NA	NA	-0,07	1,00	0,82	0,10	0,48	0,54
Dominio.Auto	0,63	-0,32	1,00	0,45	1,00	0,45	0,45	0,20	1,00	NA	NA	0,32	0,82	1,00	-0,12	0,32	0,35
Originalidad.Hetero	0,20	0,59	-0,12	0,46	-0,12	0,09	0,46	0,87	-0,12	NA	NA	-0,59	0,10	-0,12	1,00	0,39	0,51
Originalidad.Auto	0,50	-0,25	0,32	0,71	0,32	0,71	0,71	0,63	0,32	NA	NA	-0,50	0,48	0,32	1,00	1,00	-0,14
Z. Nota final en Acta	0,56	0,76	0,35	0,15	0,35	0,15	0,26	0,43	0,35	NA	NA	0,01	0,54	0,35	0,51	-0,14	1,00

Tabla 6.21- Correlación de la clase 2 con los indicadores

Correlación clase 2	ContactoVisual.Hetero	ContactoVisual.Auto	PosturaCorporal.Hetero	PosturaCorporal.Auto	VolumenEntonación.Hetero	VolumenEntonación.Auto	CapacidadSintética.Hetero	CapacidadSintética.Auto	Justificación.Auto	ProfundidadContenidos.Auto	Dominio.Hetero	Dominio.Auto	Originalidad.Hetero	Originalidad.Auto	Z. Nota final en Acta
ContactoVisual.Hetero	1,00	0,48	0,66	0,33	0,56	0,46	0,05	0,34	-0,01	-0,17	0,45	0,01	0,46	0,61	0,46
ContactoVisual.Auto	0,48	1,00	0,79	0,27	0,63	0,50	0,13	0,53	-0,07	0,33	0,74	0,62	0,61	0,25	0,31
PosturaCorporal.Hetero	0,66	0,79	1,00	0,32	0,69	0,30	0,10	0,49	-0,09	0,24	0,63	0,31	0,64	0,17	0,44
PosturaCorporal.Auto	0,33	0,27	0,32	1,00	0,37	0,54	0,43	0,48	-0,56	-0,14	0,55	-0,03	0,18	0,26	-0,20
VolumenEntonación.Hetero	0,56	0,63	0,69	0,37	1,00	0,56	0,11	0,58	-0,13	0,00	0,58	0,21	0,60	0,27	0,37
VolumenEntonación.Auto	0,46	0,50	0,30	0,54	0,56	1,00	-0,20	0,53	-0,40	0,01	0,41	0,30	0,41	0,55	0,12
CapacidadSintética.Hetero	0,05	0,13	0,10	0,43	0,11	-0,20	1,00	0,12	-0,33	-0,52	0,45	-0,34	0,31	-0,01	-0,03
CapacidadSintética.Auto	0,34	0,53	0,49	0,48	0,58	0,53	0,12	1,00	-0,15	0,04	0,87	0,30	0,49	0,49	0,47
Justificación.Auto	-0,01	-0,07	-0,09	-0,56	-0,13	-0,40	-0,33	-0,15	1,00	0,51	-0,13	0,13	-0,33	0,14	0,10
ProfundidadContenidos.Auto	-0,17	0,33	0,24	0,04	0,01	0,01	-0,52	0,04	0,51	1,00	0,01	0,69	-0,27	-0,10	-0,08
Dominio.Hetero	0,45	0,74	0,63	0,55	0,58	0,41	0,45	0,87	-0,13	0,01	1,00	0,31	0,58	0,44	0,37
Dominio.Auto	0,01	0,62	0,31	-0,03	0,21	0,30	-0,34	0,30	0,13	0,69	0,31	1,00	-0,08	-0,07	0,07
Originalidad.Hetero	0,46	0,61	0,64	0,18	0,60	0,41	0,31	0,49	-0,33	-0,27	0,58	-0,08	1,00	0,44	0,66
Originalidad.Auto	0,61	0,25	0,17	0,26	0,27	0,55	-0,01	0,49	0,14	-0,10	0,44	-0,07	0,44	1,00	0,56
Z. Nota final en Acta	0,46	0,31	0,44	-0,20	0,37	0,12	-0,03	0,47	0,10	-0,08	0,37	0,07	0,66	0,56	1,00

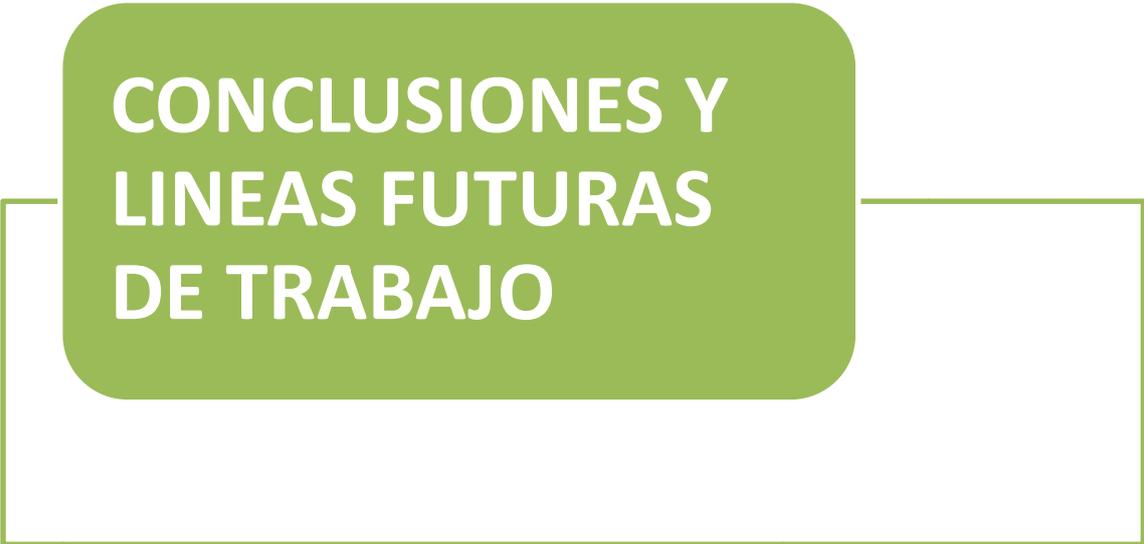
Tabla 6.22- Correlación de la clase 3 con los indicadores

Correlación clase 3	ContactoVisual.Hetero	ContactoVisual.Auto	PosturaCorporal.Hetero	PosturaCorporal.Auto	VolumenEntonación.Hetero	VolumenEntonación.Auto	CapacidadSintética.Hetero	CapacidadSintética.Auto	Justificación.Auto	ProfundidadContenidos.Auto	Dominio.Hetero	Dominio.Auto	Originalidad.Hetero	Originalidad.Auto	Z. Nota final en Acta
ContactoVisual.Hetero	1,00	0,42	-0,24	0,30	0,55	0,29	-0,11	-0,24	-0,24	-0,29	0,57	0,14	0,29	0,14	-0,37
ContactoVisual.Auto	0,42	1,00	-0,56	0,34	0,40	0,55	-0,38	0,29	-0,25	0,05	-0,04	0,73	0,01	-0,07	-0,36
PosturaCorporal.Hetero	-0,24	-0,56	1,00	-0,34	-0,06	-0,73	1,00	-0,16	0,44	-0,18	-0,07	-0,56	-0,01	0,11	0,38
PosturaCorporal.Auto	0,30	0,34	-0,34	1,00	-0,10	0,57	0,08	0,25	0,25	-0,05	0,29	0,07	-0,13	0,42	-0,07
VolumenEntonación.Hetero	0,55	0,40	-0,06	-0,10	1,00	0,07	-0,50	0,20	-0,25	-0,31	0,09	0,18	0,34	0,28	0,02
VolumenEntonación.Auto	0,29	0,55	-0,73	0,57	0,07	1,00	-0,11	0,42	-0,32	0,34	0,28	0,55	0,12	0,09	-0,46
CapacidadSintética.Hetero	-0,11	-0,38	0,11	0,08	-0,50	-0,11	1,00	-0,24	0,34	0,04	0,09	-0,08	0,25	-0,02	-0,03
CapacidadSintética.Auto	-0,24	0,29	-0,16	0,25	0,20	0,42	-0,24	1,00	-0,07	0,33	-0,15	0,29	-0,28	0,36	-0,08
Justificación.Auto	-0,24	-0,25	0,44	0,25	-0,25	-0,32	0,34	-0,07	1,00	-0,22	-0,15	-0,25	-0,28	0,10	0,21
ProfundidadContenidos.Auto	-0,29	0,05	-0,18	-0,05	-0,31	0,34	0,04	0,33	-0,22	1,00	-0,22	0,33	-0,12	-0,25	-0,38
Dominio.Hetero	0,57	-0,04	-0,07	0,29	0,09	0,28	0,09	-0,15	-0,15	-0,22	1,00	-0,04	0,06	0,12	-0,38
Dominio.Auto	0,14	0,73	-0,04	1,00	0,18	0,55	-0,08	0,29	-0,25	0,33	-0,04	1,00	0,01	-0,29	-0,62
Originalidad.Hetero	0,29	0,01	-0,01	-0,13	0,34	0,01	0,25	-0,28	-0,28	-0,12	0,06	0,01	1,00	-0,04	0,11
Originalidad.Auto	0,14	-0,07	0,11	0,42	0,28	0,09	-0,02	0,36	0,10	-0,25	0,12	-0,29	-0,04	1,00	0,16
Z. Nota final en Acta	-0,37	-0,36	0,38	-0,07	0,02	-0,46	-0,03	-0,08	0,21	-0,38	-0,38	-0,62	0,11	0,16	1,00

6.3.6 Conclusiones

Finalizada esta segunda experiencia podemos deducir varias consecuencias directamente relacionadas con los objetivos iniciales:

- El alumno ha tomado conciencia de ser parte significativa del proceso, participando activa y eficazmente en él.
- Los alumnos han adquirido destrezas para la utilización de las herramientas de la evaluación formativa.
- El proceso de enseñanza-aprendizaje ha mejorado ya que los resultados académicos de los estudiantes ha mejorado con respecto a las valoraciones iniciales.
- El alumno ha adquirido competencias transversales relevantes como son el espíritu crítico y la reflexión sobre su propio aprendizaje.
- Se ha evaluado a los alumnos por competencias, así como los niveles de logro de las mismas.
- El proceso de evaluación formativa generó una mejora significativa en el aprendizaje, y que fue constatado y que confirma la eficacia de la metodología aplicada.
- Las valoraciones/calificaciones de las escalas de valoración se contemplaron en su totalidad, resolviendo qué indicadores están mejor trabajados desde un principio y en cuáles el estudiante ha obtenido mejores resultados.
- Las técnicas de minería de datos arrojan información sobre las clases representativas y las correlaciones entre indicadores-evaluación iniciales, indicadores-evaluación finales y entre indicadores-tipos de evaluación y calificaciones finales.
- En el análisis se aportó información sobre qué indicadores pueden diferenciar a los alumnos del grupo.
- Se extrajeron modelizaciones a partir de la minería de datos empleada.
- Se investigó el desarrollo de cada uno de los ítems de las escalas de valoración, y se comprobó en cuáles el alumno obtuvo mayor beneficio con esta metodología.
- La recopilación y análisis de las valoraciones de los alumnos aportan información relevante para la evolución y mejora de la práctica en la evaluación formativa en la asignatura cursos posteriores.
- Esta metodología podrá ser transferible a otras asignaturas y materias de titulaciones similares.



**CONCLUSIONES Y
LINEAS FUTURAS
DE TRABAJO**

7 CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS DE TRABAJO

En cada una de las experiencias realizadas en este estudio se obtuvieron una serie de conclusiones particulares que ya se expusieron en los apartados correspondientes (6.2.6 y 6.3.6), a continuación se describen de forma concreta y concisa las conclusiones extraídas del presente trabajo y que pretenden ser un hilo de continuación para realizar la transferencia de conocimiento de estas experiencias hacia otras materias de la ingeniería.

Conclusiones:

- Se dispone de un **protocolo de actuación para implantar la evaluación formativa** en asignaturas del ámbito tecnológico. Este protocolo **se completa con un repositorio documental** apropiado para la ejecución de experiencias posteriores.
- La evaluación formativa consigue mejorar el **espíritu crítico** del alumno, que es capaz de **identificar** las **competencias** y su **nivel de adquisición**. Esta percepción de su propio aprendizaje redundará en un mayor **grado de satisfacción de los alumnos**.
- La evaluación formativa consigue **mejorar los resultados académicos** de todos y cada uno de los alumnos.
- Se dispone de una **metodología** para el **análisis de sistemas de innovación docente** basada en la utilización de criterios estadísticos para clasificar los resultados de aprendizaje descritos mediante **escalas de valoración**
- El **empleo de la evaluación formativa tiene un impacto positivo sobre el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería**. Tanto los estudiantes como el docente manifiestan una **valoración muy positiva** del proceso.

Trabajo Futuro:

- **Añadir al protocolo de actuación** actividades para que los estudiantes comprendan las **diferencias entre los conceptos evaluación, calificación y valoración**. Se ha observado que los alumnos confunden las valoraciones con las calificaciones, y los criterios de evaluación con los criterios de calificación.
- Utilizar el protocolo de la evaluación formativa con estudiantes que ya conozcan su funcionamiento para medir si el progreso es similar, mayor o menor con respecto a estudiantes que desconocen la evaluación formativa.
- Buscar metodologías que reduzcan la cantidad de tiempo que ha de emplear un docente para implantar el protocolo en una asignatura tecnológica.
- Incorporar dinámicas enfocadas a la **reflexión de los estudiantes** para que sean conscientes de su propio aprendizaje e identifiquen las competencias que adquieren, y para que consigan mejorar su espíritu crítico y autocrítico.

- **Transferir a otras materias la metodología aplicada**, adaptando tanto los protocolos de actuación como las escalas de valoración e identificando los problemas que aparecen en **grupos numerosos**.
- Crear un **modelo predictivo** para estimar la calificación final de los alumnos a partir de sus progresos en las escalas de valoración. Este modelo permitirá tomar decisiones en tiempo real para mejorar el proceso de aprendizaje.



REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alfaro, C. (2006). Las ideas de Pólya en la resolución de problemas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 1(1), 28-46.

Álvarez Méndez, J. M. (2001). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Madrid: Morata.

Arias, A. V., Cabanach, R. G., Pérez, J. C. N., Riveiro, J. M. S., Aguín, I. P., & Martínez, S. R. (2000). Enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Psicothema*, 12(3), 368-375.

Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.

Badillo-Amador, L., García-Sánchez, A., & Vila, L. E. (2005). Mismatches in the spanish labor market: Education vs. competence match. *International Advances in Economic Research*, 11(1), 93-109.

Banfield, J. D., & Raftery, A. E. (1993). Model-based Gaussian and non-Gaussian clustering. *Biometrics*, 49(3), 803-821.

Baquero, R. (1996). *Vigotsky y el aprendizaje escolar*. Buenos Aires: Aique.

Barrios, O. (2000). Estrategia del portafolio del alumnado. *Estrategias didácticas innovadoras.*, 3, 294-301.

Barrow, E. J., Lyte, G., & Butterworth, T. (2002). An evaluation of problem-based learning in a nursing theory and practice module. *Nurse Education in Practice*, 2(1), 55-62.

- 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
- Benito Capa, A., & Bonson, M. (2005). Evaluación y aprendizaje. *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior* (pp. 87-100). Madrid: Narcea.
- Benito, A., & Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Biggs, J. B. (1987). *Student Approaches to Learning and Studying. Research Monograph*. Hawthorn. Australia: Australian Council for Educational Research.
- Biggs, J. B. (2011). *Teaching for quality learning at university: What the student does*. United Kingdom: McGraw-Hill Education.
- Biggs, J., & Biggs, J. B. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Bilbatua, M., & Egizabal, D. (2010). Las rúbricas en la reflexión sobre el trabajo en equipo. Paper presentado en el *Seminario Internacional. Las Rúbricas De Evaluación En El Desempeño de Competencias. Ámbitos de Investigación y Docencia*, Universidad del País Vasco. San Sebastián.
- Blanco, A. (2008). Las rúbricas: un instrumento útil para la evaluación de competencias. *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado*. Prieto, L. (coord.) (pp. 171-188). Barcelona: Octaedro-ICE de la Universidad de Barcelona.
- Bloom, B., Hastings, J., & Manaus, G. (1973). *Taxonomía de los objetivos de la educación, Tomo I (conocimientos) y Tomo II (dominio afectivo)*. Alcoy: Marfil.

BOE.es - Legislación. Recuperado 9/12/2015, 2015, de <http://www.boe.es/legislacion/>

Bowden, J., & Marton, F. (2011). *La Universidad, un espacio para el aprendizaje: Más allá de la Calidad y la Competencia*. Madrid: Narcea Ediciones.

Bozu, Z., & Canto Herrera, P. (2009). El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes. *Revista de formación e innovación educativa universitaria*, 2(2), 87-97.

Brown, G., & Atkins, M. (1988). *Effective teaching in higher education*. London & New York: Methuen.

Browne, M. N., & Keeley, S. M. (2007). *Asking the right questions: A guide to critical thinking*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Calò, D. G. (2007). Gaussian mixture model classification: A projection pursuit approach. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52(1), 471-482.

Cano, E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 11-27. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev123COL1.pdf>

Cazden, C. B. (1981). Social context of learning to read. In J. T. Guthrie (Ed.), *Comprehension and Teaching: Research Reviews* (pp. 118-139) International Reading Association.

Cazden, C. B. (2001). *Classroom Discourse: The Language of Teaching and Learning*. Portsmouth: Heinemann.

Chen, W., Hendricks, K., & Archibald, K. (2011). Assessing pre-service teachers' quality teaching practices. *Educational Research and Evaluation*, 17(1), 13-32.

- Chen, W., Mason, S., Hammond-Bennett, A., & Zlamout, S. (2014). Development and Validation of Assessing Quality Teaching Rubrics. *Journal of Education and Training Studies*, 2(3), 50-59.
- Chivite, M. (2000). *Evaluación escolar en educación física: Una interpretación en torno al proceso reflexivo del profesor en sus decisiones en el aula*. (Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza).
- Churches, A. (2009). Taxonomía de Bloom para la era digital. Recuperado de <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php>
- Cladellas, L., Lajusticia, J. C., Horcajo, M. M., Cuxart, M. P., & Bujosa, M. C. (2011). Evaluación formativa y participativa en docencia universitaria: un estudio sobre los artículos publicados en revistas españolas entre 1999 y 2009. *Aula abierta*, 39(2), 137-148.
- Colén, M., & Giné, N. (2004). L'organització de l'aprenentatge autònom de l'alumnat universitari. Una praxi diversificada de la carpeta d'aprenentatge. Paper presentado en el *III Congrés Internacional "Docència Universitaria i Innovació*, Girona.
- Cruz Tomé, M. (1998). Didáctica de la lección magistral. (pp. 58-63)
- Cruz, A., Benito, A., Cáceres, I., & Alba, E. (2007). Hacia la convergencia europea: relato de una experiencia de innovación docente en la UEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(7), 1-17.
- Datos y Cifras del Sistema Universitario español - Ministerio de Educación, Cultura y Deporte*. Recuperado 9/12/2015, 2015, de <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/universidades/estadisticas-informes/datos-cifras.html>
- Davison, M. L. (1983). *Multidimensional scaling*. New York: John Wiley & Sons.

- De la Fuente, A., & Ciccone, A. (2002). *Human capital in a global and knowledge based economy*. Belgium: European Communities.
- De Miguel Díaz, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- De Miguel Díaz, M., Alfaro Rocher, I., Apodaca Urquijo, P., Arias Blanco, J., García Jiménez, E., & Lobato Fraile, C. (2006). In De Miguel Díaz M. (Ed.), *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias: Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Alianza.
- De Ridder, D., & Duin, R. P. (1997). Sammon's mapping using neural networks: a comparison. *Pattern Recognition Letters*, 18(11), 1307-1316.
- Declaración de Bolonia. Web oficial proceso Bolonia*. (2015). Recuperado 03/20, 2015, de <http://www.ehea.info/>
- Delgado García, A. M., Borge Bravo, R., García Albero, J., Oliver Cuello, R., & Salomón Sancho, L. (2005). *Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Dirección General de Universidades. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. París: UNESCO.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., & Rubin, D. B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 39(1), 1-38.

- Descriptors defining levels in the European Qualifications Framework (EQF) - European Commission.* (2015). Recuperado 9/13/2015, 2015, de <http://ec.europa.eu/ploteus/en/content/descriptors-page>
- Dewey, J. (2007). *Experience and Education*. New York: Simon and Schuster.
- Díaz Barriga, F. (2004). Las rúbricas: su potencial como estrategias para una enseñanza situada y una evaluación auténtica del aprendizaje. *Perspectiva Educativa*, 43, 51-62.
- Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2ª ed.). México: McGraw Hill.
- EHEA Ministerial Conference Bucharest. (2015). *Mobility Strategy 2020 for the European Higher Education Area (EHEA)*. Recuperado 9/13, 2015, de [http://www.ehea.info/Uploads/\(1\)/2012%20EHEA%20Mobility%20Strategy.pdf](http://www.ehea.info/Uploads/(1)/2012%20EHEA%20Mobility%20Strategy.pdf)
- Eisman, L. B., Moreno, E. M. O., de Luna, E. B., Ayala, E. S., Pina, F. H., Sanz, M. P. G., & Sánchez, J. J. M. (2001). Los enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios españoles. *Revista de Investigación*, 19(2), 465-489.
- ENQA | *European Association for Quality Assurance in Higher Education*. Recuperado 9/12/2015, 2015, de <http://www.engq.eu/>
- Escribano, A. (2008). *El aprendizaje basado en problemas: una propuesta metodológica en educación superior*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Fernández March, A. (2005). *Nuevas metodologías docentes*. Valencia: Instituto de Ciencias de la Educación Universidad Politécnica de Valencia.

Fernández Sierra, J. (1996). ¿ Evaluación? No, gracias, calificación. *Cuadernos de Pedagogía*, (243), 92-97.

Fernández-Saliner Miguel, C. (2008). Las competencias en el marco de la convergencia europea: Un nuevo concepto para el diseño de programas educativos. *Encounters in Theory and History of Education (Online)*, 7, 131-153.

Fraley, C., & Raftery, A. E. (2002). Model-based clustering, discriminant analysis, and density estimation. *Journal of the American statistical Association*, 97(458), 611-631.

Fraley, C., & Raftery, A. E. (2003). Enhanced model-based clustering, density estimation, and discriminant analysis software: MCLUST. *Journal of Classification*, 20(2), 263-286.

Gibbs, G. (2003). Uso estratégico de la educación en el aprendizaje. Paper presentado en el *Evaluar en la Universidad: Problemas y Nuevos Enfoques*, 61-74.

Gimeno Sacristán, J. (2009). *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* (1ª ed.). Madrid: Ediciones Morata S.L.

Goñi Zabala, J. M. (2005). *El espacio europeo de educación superior, un reto para la universidad: competencias, tareas y evaluación, los ejes del currículum universitario*. Barcelona: Editorial Octaedro, S.L.

González, J., & Wagenaar, R. (2006). *Tuning Educational Structures in Europe 2 (castellano). La contribución de las universidades al proceso de Bolonia* (Informe Final. Proyecto Piloto Fase 2ª ed.). Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto.

González, J., & Wagenaar, R. (2009). *Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe. La contribución de las universidades al proceso de Bolonia*. Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto.

González, M., García, M. E., Díez, M. Á., Domínguez, R., Alonso-Cortés, M. D., Cardeñoso, E., . . .

Pérez-Pueyo, Á. (2013). Propuesta de mejora del procedimiento de evaluación por competencias en el Prácticum del Máster Universitario de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de León. *VII Encuentro De Innovación En Docencia Universitaria: "Los Agentes Del Cambio En La Universidad: Luces Y Sombras De La Participación"*, Universidad de Alcalá.

Gordon, A. D. (1999). *Classification: Monographs on Applied Probability and Statistics*. New York: Chapman and Hall.

Hamodi, C., López-Pastor, V. M., & López-Pastor, A. T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles Educativos (Online)*, 37(147), 146-161.

Hedberg, T. (2003). The impact of the Bologna Declaration on European engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 28(1), 1-5.

Hedberg, T. (2002). In SEFI Grupo de Trabajo sobre la Declaración de Bolonia (Ed.), *The Implementation of the Bologna Declaration in Higher Engineering Education*. Florencia: Comité Organizador de SEFI.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). Learning together. In S. Sharan (Ed.), *Handbook of cooperative learning methods* (pp. 51-65) Westport: Greenwood Press.

Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (2009). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Köppen, M. (2000). The curse of dimensionality. Paper presentado en el *5th Online World Conference on Soft Computing in Industrial Applications (WSC5)*, 4-8.

Liang, Z., Zhang, D., & Shi, P. (2006). Robust kernel discriminant analysis and its application to feature extraction and recognition. *Neurocomputing*, 69(7), 928-933.

López-Pastor, V. M., Monjas Aguado, R., Gómez García, J., López, E. M., Pastor, J. F., González Badiola, J., . . . Heras Bernardino, C. (2006). La Evaluación en Educación Física. Revisión de los modelos tradicionales y planteamiento de una alternativa: la evaluación formativa y compartida. *Retos: Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (10), 31-41.

López-Pastor, V. M. (2012). Evaluación formativa y compartida en la universidad: clarificación de conceptos y propuestas de intervención desde la Red Interuniversitaria de Evaluación Formativa. *Psychology, Society and Education*, 4(2), 117-130.

López-Pastor, V. M. (2009). *Evaluación formativa y compartida en educación superior: Propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias*. Madrid: Narcea Ediciones.

López-Pastor, V. M. (2004). Evaluación, calificación, credencialismo y formación inicial del profesorado: efectos y patologías generadas en la enseñanza universitaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 18(3), 221-232.

Macías, D. (2010). Plataformas de enseñanza virtual libres y sus características de extensión: desarrollo de un bloque para la gestión de tutorías en Moodle. *Universidad de Alcalá*. Disponible desde Internet en <http://www2.uah.es/libretics/files/Tutorias.pdf>

- Martín, S. N. (2000). El discurso del profesorado universitario sobre la evaluación del aprendizaje de los alumnos como estrategia de innovación y cambio profesional: exposición y análisis de una experiencia. *Revista de educación*, 322, 305-324.
- Marton, F., & Bowden, J. A. (1998). *The University of Learning: Beyond Quality and Competence*. New York: RoutledgeFalmer.
- Marton, F., Hounsell, D., & Entwistle, N. J. (1984). *The experience of learning*. Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Marton, F., & Säljö, R. (1976). On Qualitative Differences in Learning: I—Outcome and process. *British journal of educational psychology*, 46(1), 4-11.
- Marton, F., & Svensson, L. (1979). Conceptions of research in student learning. *Higher Education*, 8(4), 471-486.
- McLachlan, G. (2004). *Discriminant analysis and statistical pattern recognition*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- McLachlan, G., & Krishnan, T. (2007). *The EM algorithm and extensions*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- MEC. (2006). *Directrices para la elaboración de títulos*. Recuperado 9/12/2015, 2015, de <http://www.mecd.gob.es/multimedia/00002838.pdf>
- Moll, L. C., Vygotskii, L. S., Wald, M., & Sinnot, E. (1993). *Vygotsky y la educación: connotaciones y aplicaciones de la psicología sociohistórica en la educación* (1ª ed.). Buenos Aires: Aique.

- Monereo, C., & Duran, D. (2002). *Entramados. Métodos de aprendizaje cooperativo y colaborativo*. Barcelona: Edebé.
- Monereo, C., & Castelló, M. (2001). La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. *Ser estratégico y autónomo aprendiendo: Unidades didácticas de enseñanza estratégica* (pp. 11-40). Barcelona: Graó.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Qurriculum: Revista de teoría, investigación y práctica educativa*, (25), 29-56.
- Morgan, N., & Saxton, J. (1991). *Teaching, questioning, and learning*. London: Routledge.
- Newman, D., Griffin, P., & Cole, M. (1991). *La zona de construcción del conocimiento: trabajando por un cambio cognitivo en educación*. Madrid: Morata.
- Ovejero, A. (1990). *El aprendizaje cooperativo: Una alternativa eficaz a la enseñanza tradicional*. Barcelona: PPU. Promociones y Publicaciones Universitarias.
- Pask, G. (1976). Styles and strategies of learning. *British journal of educational psychology*, 46(2), 128-148.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. Madrid: McGraw-Hill.
- Pérez-Pueyo, A. (2015a). Escala de valoración para la evaluación triádica de exposiciones orales. *IX Congreso Internacional De Evaluación Formativa Y Compartida En Docencia Infantil, Primaria, Secundaria Y Universitaria. "Tendencias Emergentes en Evaluación Formativa y Compartida: El Papel de las Tecnologías."*, Santander. 1257-1288.
- Pérez-Pueyo, A. (2015b). *Sistemas de evaluación y calificación de la asignatura "Fundamentos de los Contenidos de la Educación Física" del Máster Universitario en Formación del*

Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. En prensa.

Pérez-Pueyo, A. (en prensa). El Estilo Actitudinal en Educación Física: Evolución en los últimos 20 años. *Retos. Nuevas tendencias en educación física, deportes y recreación*,

Pérez-Pueyo, A., Díez-Fernández, M. A., Domínguez-Fernández, R., Fernández-Fernández, R., Alonso-Cortés Fradejas, M. D., González-Alonso, M. I., & García-González, M. E. (2014). Análisis de los portafolios y reformulación de las competencias en el Prácticum del Máster Universitario de las competencias del Prácticum del Máster Universitario de Enseñanza Secundaria. In P. Membiela, N. Casado & M. I. Cebreiros (Eds.), *Investigaciones en el contexto universitario actual. Investigaciones no contexto universitario actual* (pp. 439-443). Ourense: Educación Editora.

Pérez-Pueyo, Á., Tabernero Sánchez, B., López-Pastor, V. M., Ureña Ortín, N., Ruiz Lara, E., Capllloch Bujosa, M., . . . Oliva, C., Francisco Javier. (2008). Evaluación formativa y compartida en la docencia universitaria y el Espacio Europeo de Educación Superior: cuestiones clave para su puesta en práctica Formative and shared assessment in Higher Education and European Area of Higher Education: key questions for. *Revista de Educación*, 347, 435-451.

Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.

Prieto, A., Díaz, D., & Santiago, R. (2014). *Metodologías Inductivas: El desafío de enseñar mediante el cuestionamiento y los retos*. Barcelona: Editorial Oceano.

Ramsden, P., & Entwistle, N. (1981). Effects of Academic Departments on Students' approaches to Studying. *British journal of educational psychology*, 51(3), 368-383.

Raposo, M., & Martínez, E. (2011). La rúbrica en la enseñanza universitaria: un recurso para la tutoría de grupos de estudiantes. *Formación universitaria*, 4(4), 19-28.

Rodríguez-Izquierdo, R. M. (2014). Modelo formativo en el Espacio Europeo de Educación Superior: valoraciones de los estudiantes. *Aula Abierta*, 42(2), 106-113.

Rosales, C., & López, C. R. (1990). *Evaluar es reflexionar sobre la enseñanza* (3ª ed.). Madrid: Narcea Ediciones.

Rueda Beltrán, M. (2009). La evaluación del desempeño docente: consideraciones desde el enfoque por competencias. *Revista electrónica de investigación educativa*, 11(2), 1-16.

Säljö, R. (1979). Learning about learning. *Higher Education*, 8(4), 443-451.

Sammon, J. W. (1969). A nonlinear mapping for data structure analysis. *IEEE Transactions on Computers*, (5), 401-409.

Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave: Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.

Santos Guerra, M. A. (1999). 20 paradojas de la evaluación del alumnado en la Universidad Española. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 2(1), 369-392.

SEFI. (2012). *Engineering Education and the Bologna Process. Position Paper*. Recuperado 9/12/2015, 2015, de <http://www.sefi.be/wp-content/uploads/SEFI%20Position%20Paper%20Bologna%2020123.pdf>

SEFI. (2015). *Web oficial de la Asociación Europea de Educación en Ingeniería. (Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs)*. Recuperado 9/12/2015, 2015, de <http://www.sefi.be/>

- Spencer, L. M., & Spencer, P. S. M. (2008). *Competence at Work: Models for Superior Performance*. New York: John Wiley & Sons.
- Universidad de León. (2013). *Informe de nuevo ingreso. curso 2012/13. Grado en Ingeniería Aeroespacial*. Recuperado 9/12/2015, 2015, de http://seguimiento.calidad.unileon.es/descargas/NI_12-13_0710-214-7-30-2013-03-06-15-14-20.pdf
- Universidad de León. (2014). *Informe nuevo ingreso. Curso 2013/2014. Grado en Ingeniería Eléctrica*. Recuperado 9/12/2015, 2015, de <http://seguimiento.calidad.unileon.es/descargas/NI-2013-2014-0712-115-7-66-2014-03-07-09-00-00.pdf>
- Vygotsky, L., Hanfmann, E., & Vakar, G. (2012). *Thought and language*. Massachusetts: MIT press.
- Yeung, K. Y., Fraley, C., Murua, A., Raftery, A. E., & Ruzzo, W. L. (2001). Model-based clustering and data transformations for gene expression data. *Bioinformatics (Oxford, England)*, 17(10), 977-987.
- Zabala, A., Vidiella, A. Z., Belmonte, L. A., & Arnau, L. (2007). *Cómo aprender y enseñar competencias: 11 ideas clave*. Barcelona: Graó.
- Zabalza Beraza, M. A. (2001). Evaluación de los aprendizajes en la Universidad. In La Muralla (Ed.), *Didáctica universitaria* (pp. 261-291) La Muralla.
- Zabalza Beraza, M. Á. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario: calidad y desarrollo profesional* (2ª ed.). Madrid: Narcea.

Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of internet services and applications*, 1(1), 7-18.



ANEXOS

9 ANEXOS

Anexo A. European Qualifications Framework-Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (EQF-MEC)

Tabla 9.1.- Marco Europeo de Cualificaciones para el Aprendizaje Permanente (EQF). Fuente: Comisión Europea

RESULTADOS DE APRENDIZAJE		COMPETENCIA
CONOCIMIENTOS	DESTREZAS	
<p>En el EQF, los conocimientos se describen como teóricos y/o fácticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocimientos generales básicos ➤ Conocimientos fácticos básicos en un campo de trabajo o estudio concreto ➤ Conocimiento de hechos, principios, procesos y conceptos generales en un campo de trabajo o estudio concreto ➤ Conocimientos fácticos y teóricos en contextos amplios en un campo de trabajo o estudio concreto ➤ Amplios conocimientos especializados, fácticos y teóricos, en un campo de trabajo o estudio concreto, siendo consciente de los límites de esos conocimientos ➤ Conocimientos avanzados en un campo de trabajo o estudio que requiera una comprensión crítica de teorías y principios ➤ Conocimientos altamente especializados, algunos de ellos a la vanguardia en un campo de trabajo o estudio concreto, que sienten las bases de un pensamiento o investigación originales ➤ Conciencia crítica de cuestiones de conocimiento en un campo concreto y en el punto de articulación entre diversos campos ➤ Conocimientos en la frontera más avanzada de un campo de trabajo o estudio concreto y en el punto de articulación entre diversos campos 	<p>En el EQF, las destrezas se describen como cognitivas (uso del pensamiento lógico, intuitivo y creativo) y prácticas (fundadas en la destreza manual y en el uso de métodos, materiales, herramientas e instrumentos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Destrezas básicas necesarias para efectuar tareas simples ➤ Destrezas cognitivas y prácticas básicas necesarias para utilizar información útil a fin de efectuar tareas y resolver problemas corrientes con la ayuda de reglas y herramientas simples ➤ Gama de destrezas cognitivas y prácticas necesarias para efectuar tareas y resolver problemas seleccionando y aplicando métodos, herramientas, materiales e información básica ➤ Gama de destrezas cognitivas y prácticas necesarias para encontrar soluciones a problemas específicos en un campo de trabajo o estudio concreto ➤ Gama completa de destrezas cognitivas y prácticas necesarias para encontrar soluciones creativas a problemas abstractos ➤ Destrezas avanzadas que acrediten el dominio y las dotes de innovación necesarias para resolver problemas complejos e imprevisibles en un campo especializado de trabajo o estudio ➤ Destrezas especializadas para resolver problemas en materia de investigación o innovación, con vistas al desarrollo de nuevos conocimientos y procedimientos, y a la integración de los conocimientos en diversos campos ➤ Destrezas y técnicas más avanzadas y especializadas, en particular en materia de síntesis y evaluación, ➤ Necesarias para resolver problemas críticos en la investigación y/o la innovación y para ampliar y redefinir conocimientos o prácticas profesionales existentes 	<p>En el EQF, la competencia se describe en términos de responsabilidad y autonomía.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Trabajo o estudio bajo supervisión directa en un contexto estructurado ➤ Trabajo o estudio bajo supervisión con un cierto grado de autonomía ➤ Asunción de responsabilidades en lo que respecta a la realización de tareas en actividades de trabajo o estudio ➤ Adaptación del comportamiento propio a las circunstancias para resolver problemas ➤ Ejercicio de autogestión conforme a consignas definidas en contextos de trabajo o estudio generalmente previsibles, pero susceptibles de cambiar ➤ Supervisión del trabajo rutinario de otras personas, asumiendo ciertas responsabilidades por lo que respecta a la evaluación y la mejora de actividades de trabajo o estudio ➤ Labores de gestión y supervisión en contextos de actividades de trabajo o estudio en las que pueden producirse cambios imprevisibles ➤ Revisión y desarrollo del rendimiento propio y ajeno ➤ Gestión de actividades o proyectos técnicos o profesionales complejos, asumiendo responsabilidades por la toma de decisiones en contextos de trabajo o estudio imprevisibles ➤ Asunción de responsabilidades en lo que respecta a la gestión del desarrollo profesional de particulares y grupos ➤ Gestión y transformación de contextos de trabajo o estudio complejos, imprevisibles y que requieren nuevos planteamientos estratégicos ➤ Asunción de responsabilidades en lo que respecta al desarrollo de conocimientos y/o prácticas profesionales y a la revisión del rendimiento estratégico de equipos ➤ Autoridad, innovación, autonomía, integridad académica y profesional y compromiso continuo, sustanciales y acreditados, respecto al desarrollo de nuevas ideas o procesos en la vanguardia de contextos de trabajo o estudio, incluida la investigación.
NIVEL 1		
NIVEL 2		
NIVEL 3		
NIVEL 4		
NIVEL 5		
NIVEL 6		
NIVEL 7		
NIVEL 8		

Anexo B. Gráficas de la Evolución de los alumnos entre la primera y la última experiencia

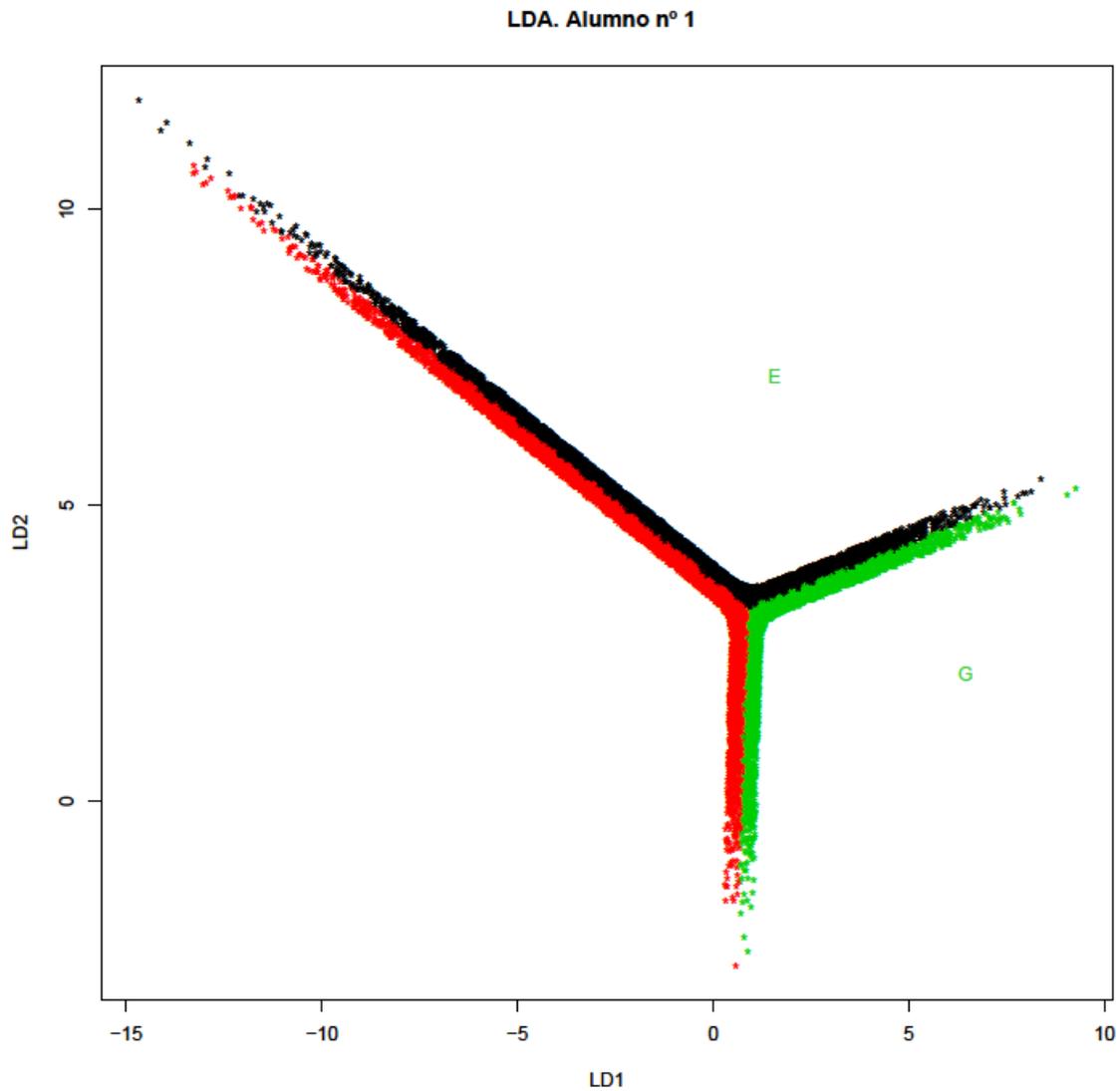


Figura 9.1- LDA de la evolución del alumno 1

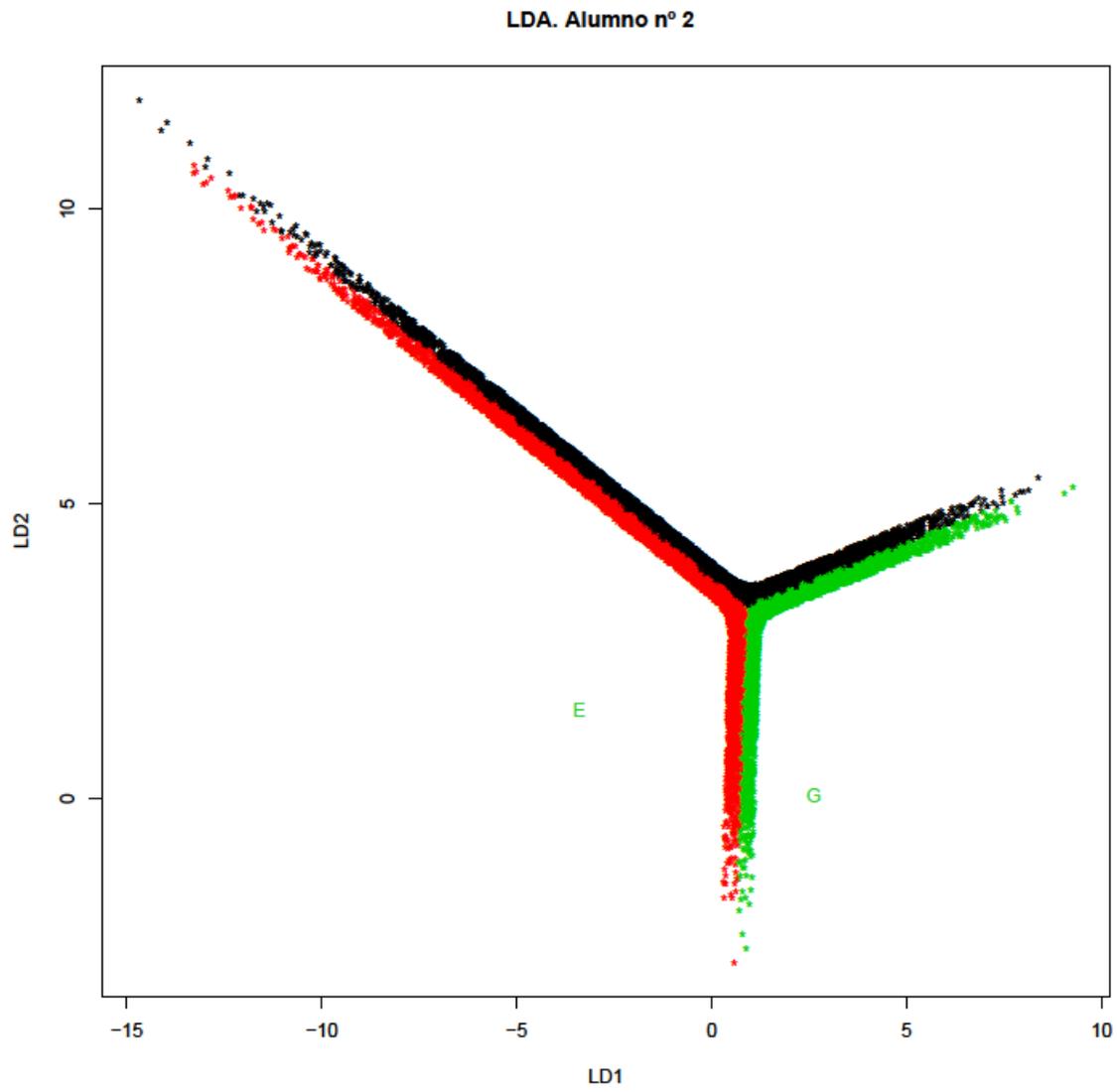


Figura 9.2- LDA de la evolución del alumno 2

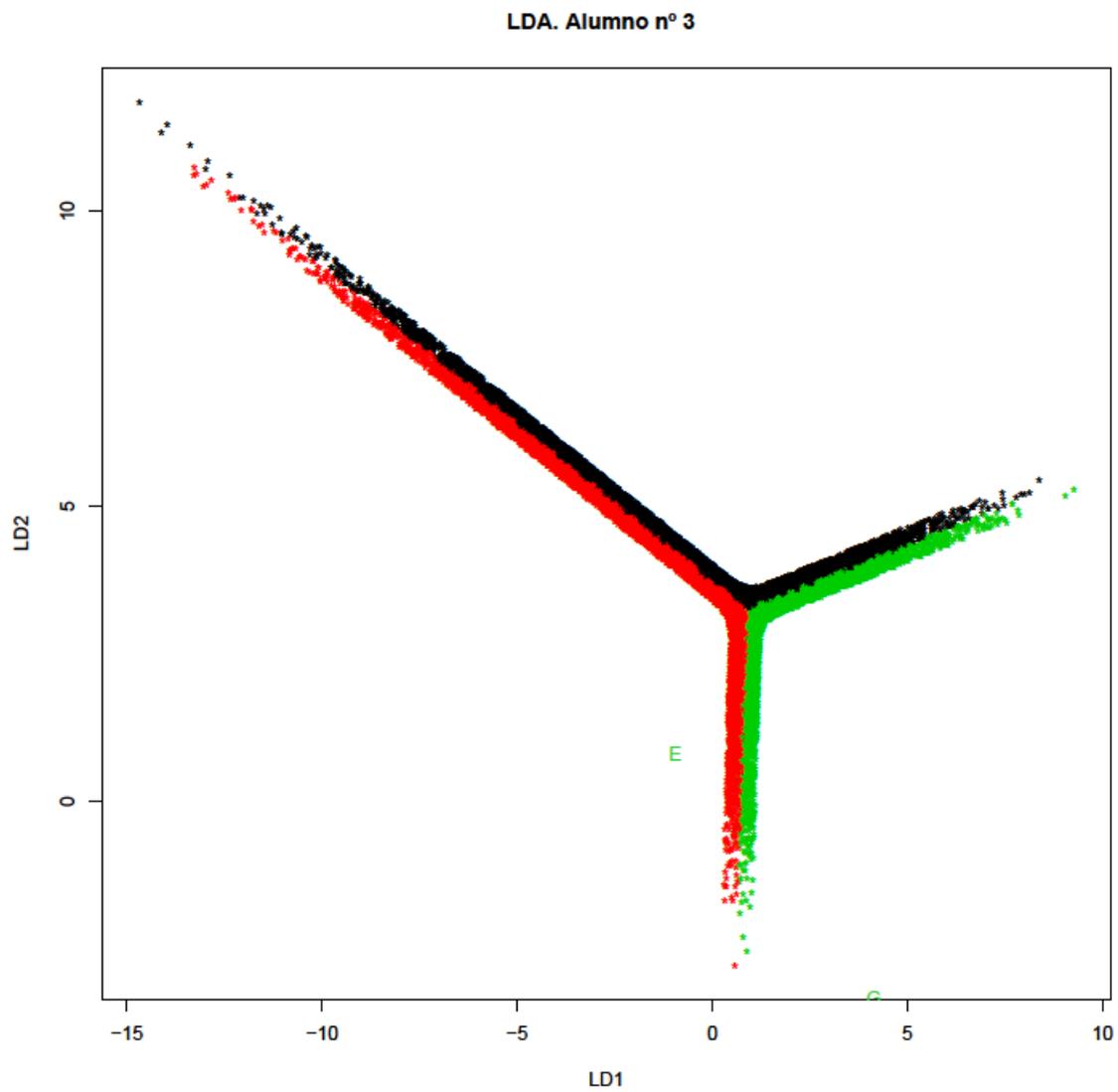


Figura 9.3- LDA de la evolución del alumno 3

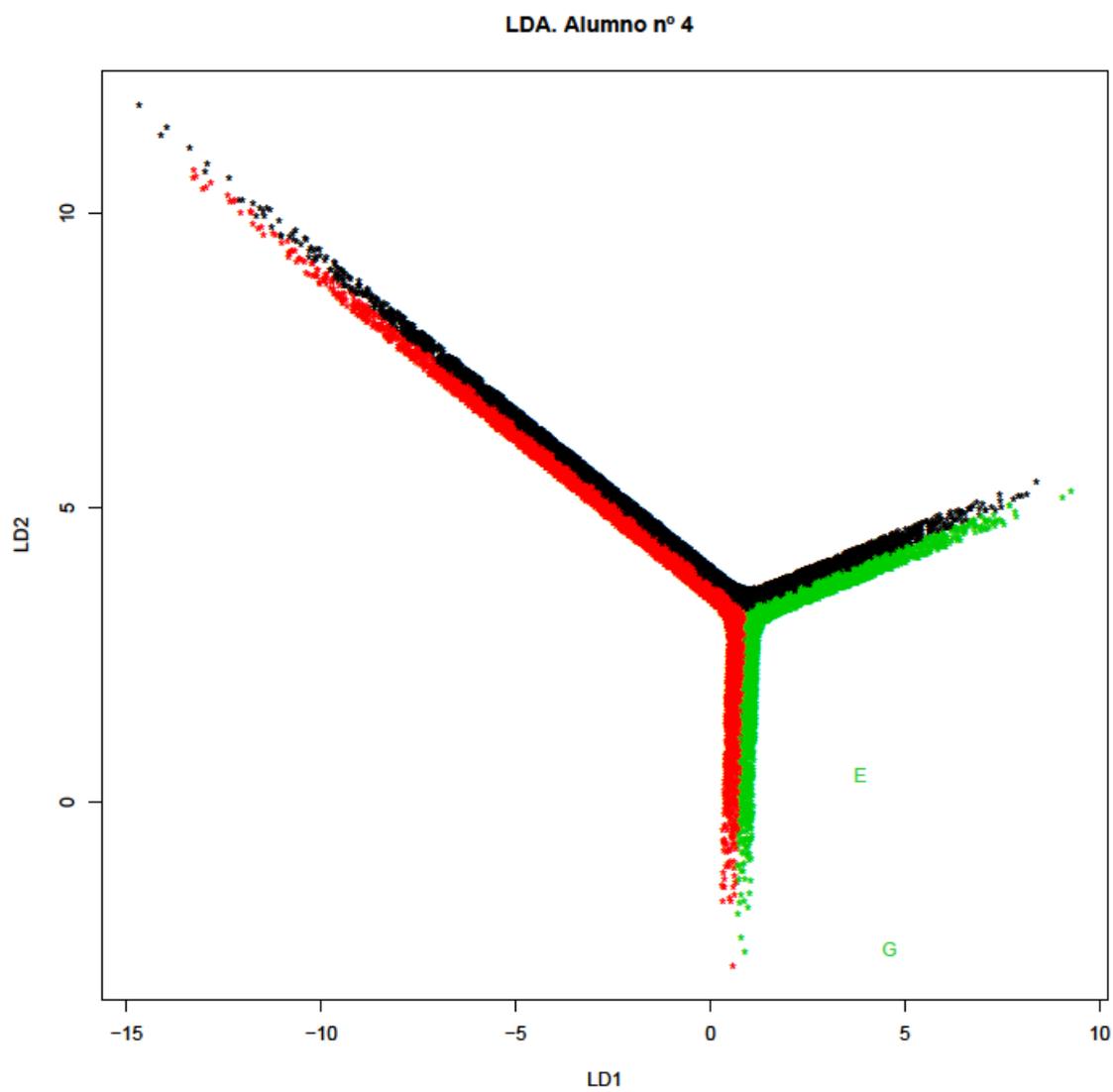


Figura 9.4- LDA de la evolución del alumno 4

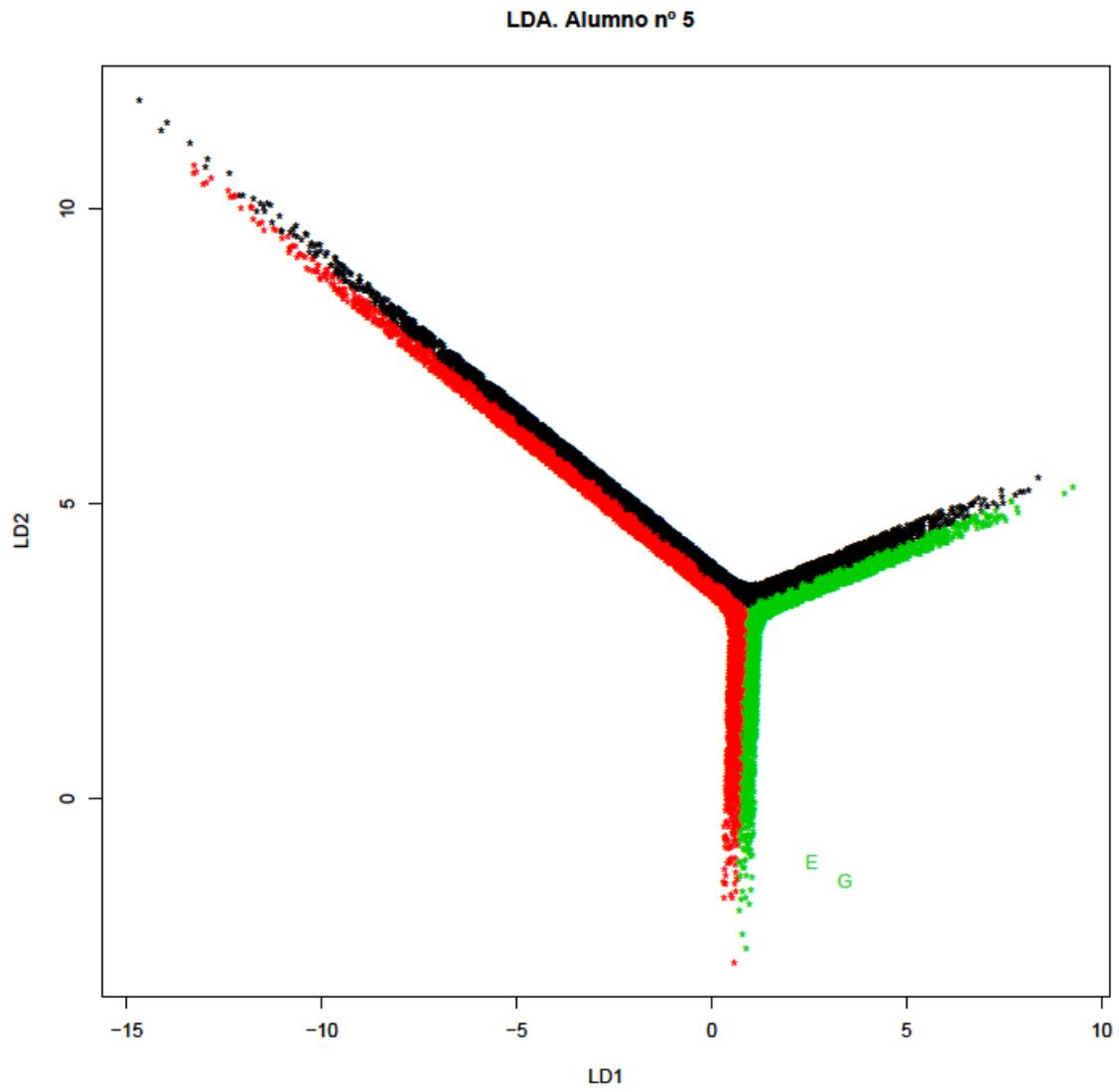


Figura 9.5- LDA de la evolución del alumno 5

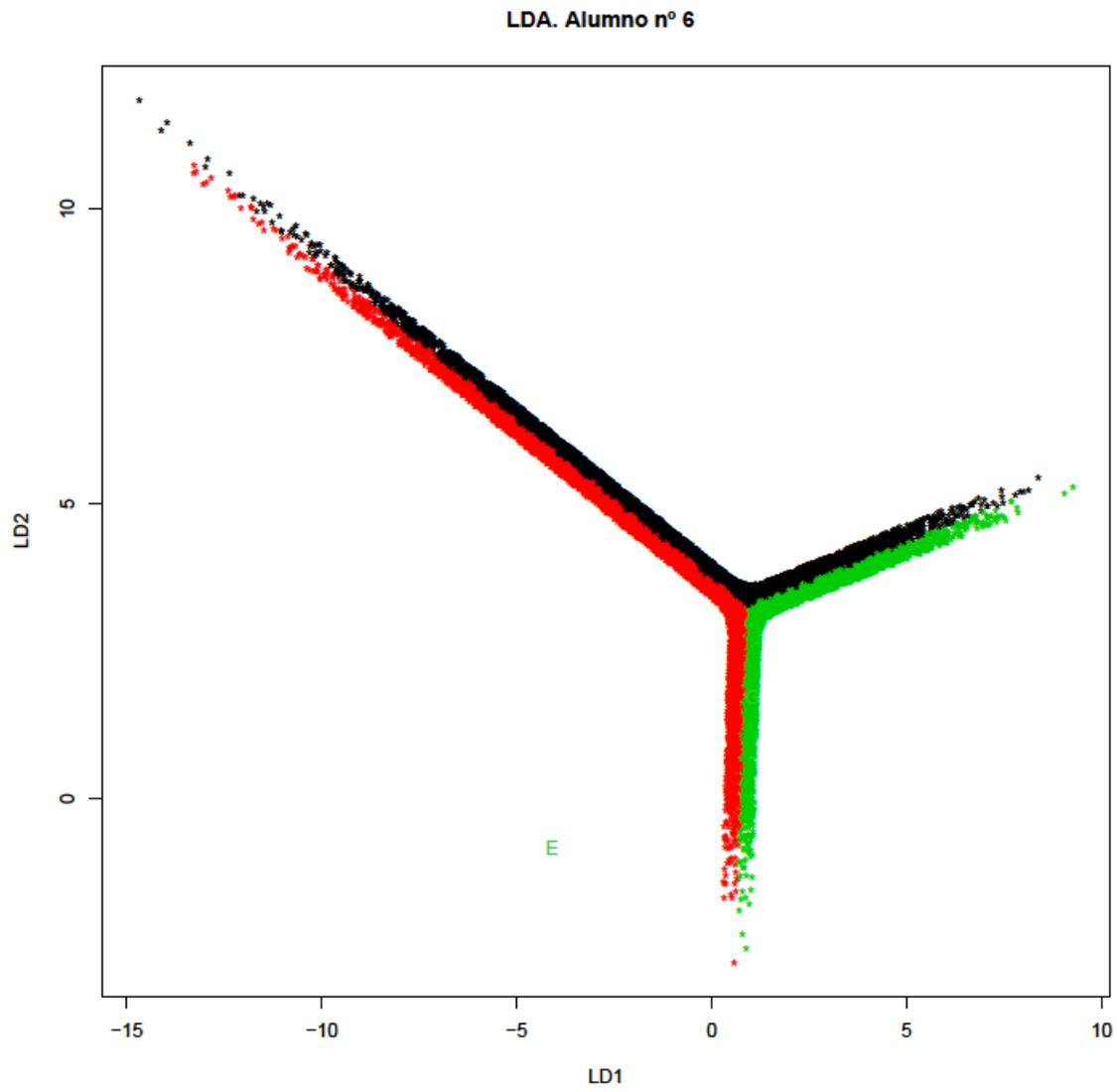


Figura 9.6- LDA de la evolución del alumno 6

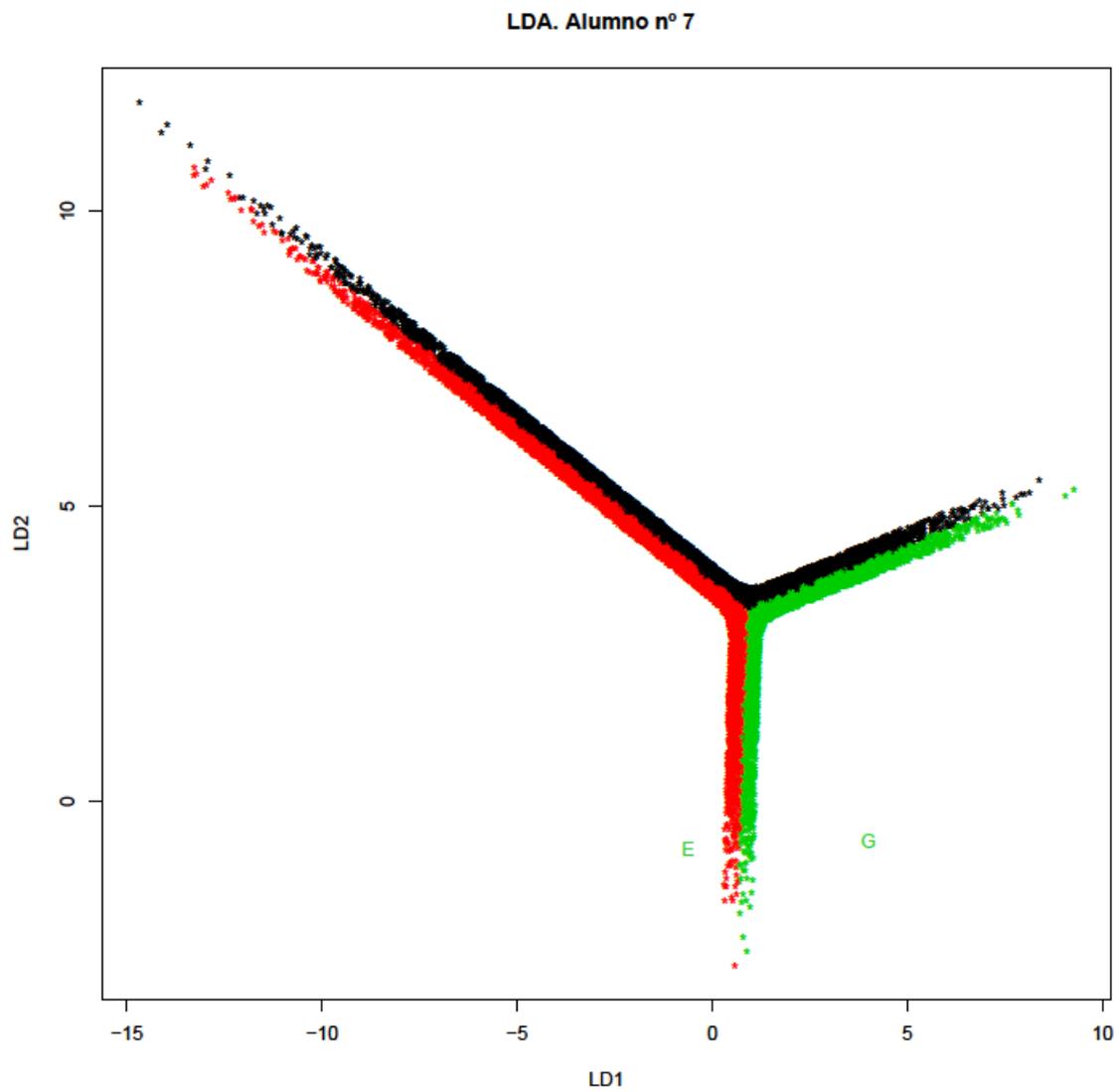


Figura 9.7- LDA de la evolución del alumno 7

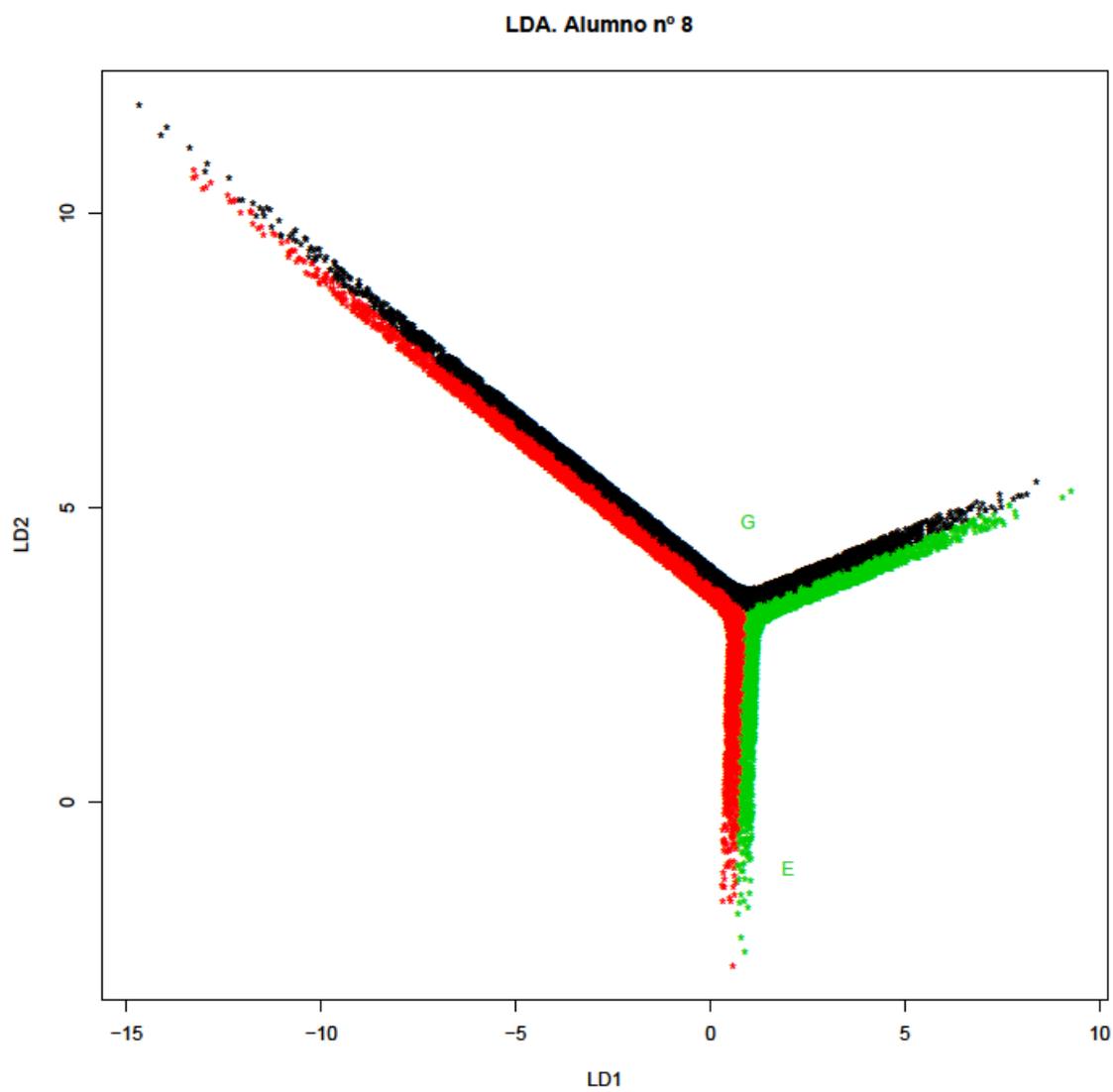


Figura 9.8- LDA de la evolución del alumno 8

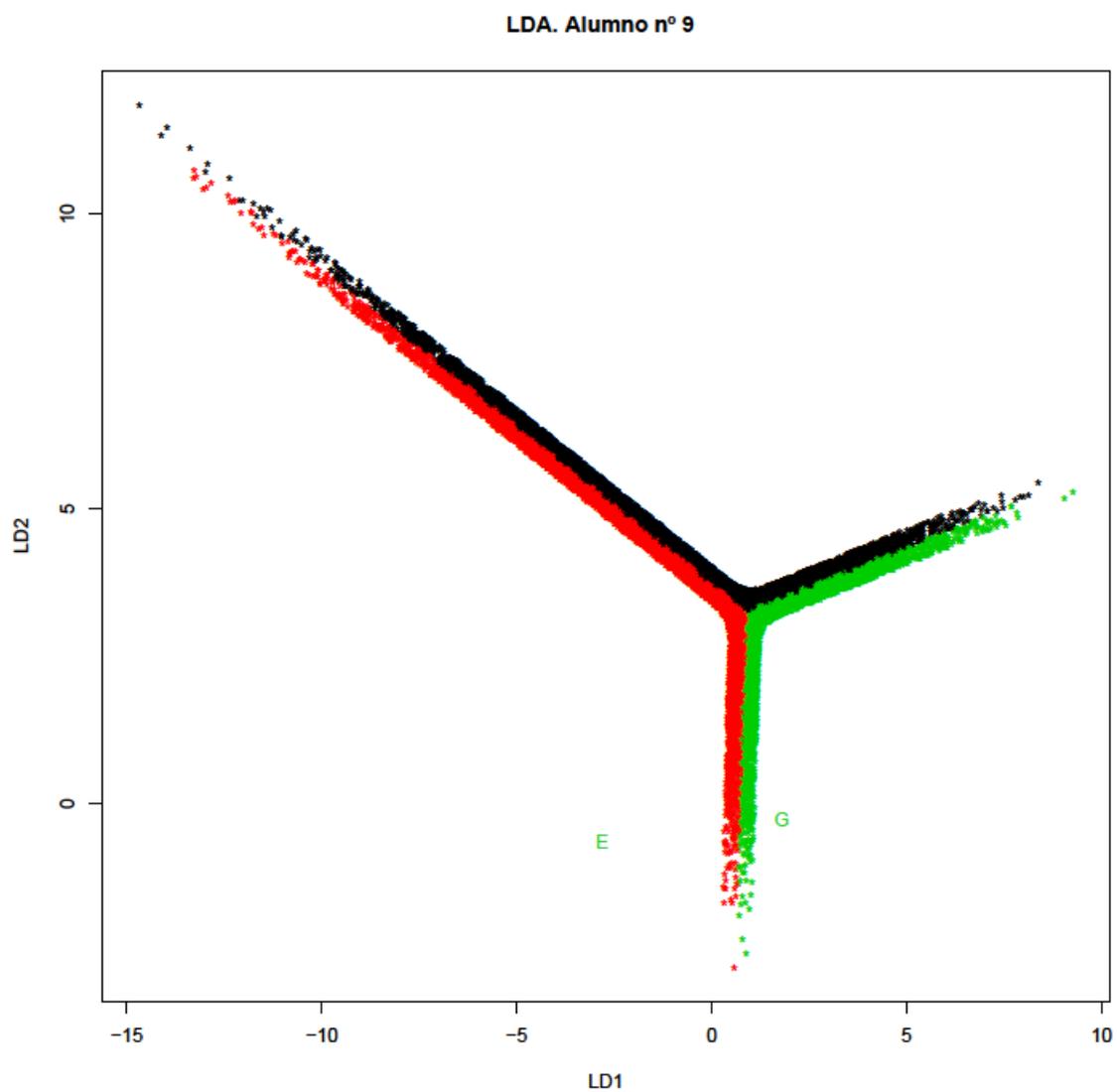


Figura 9.9-LDA de la evolución del alumno 9

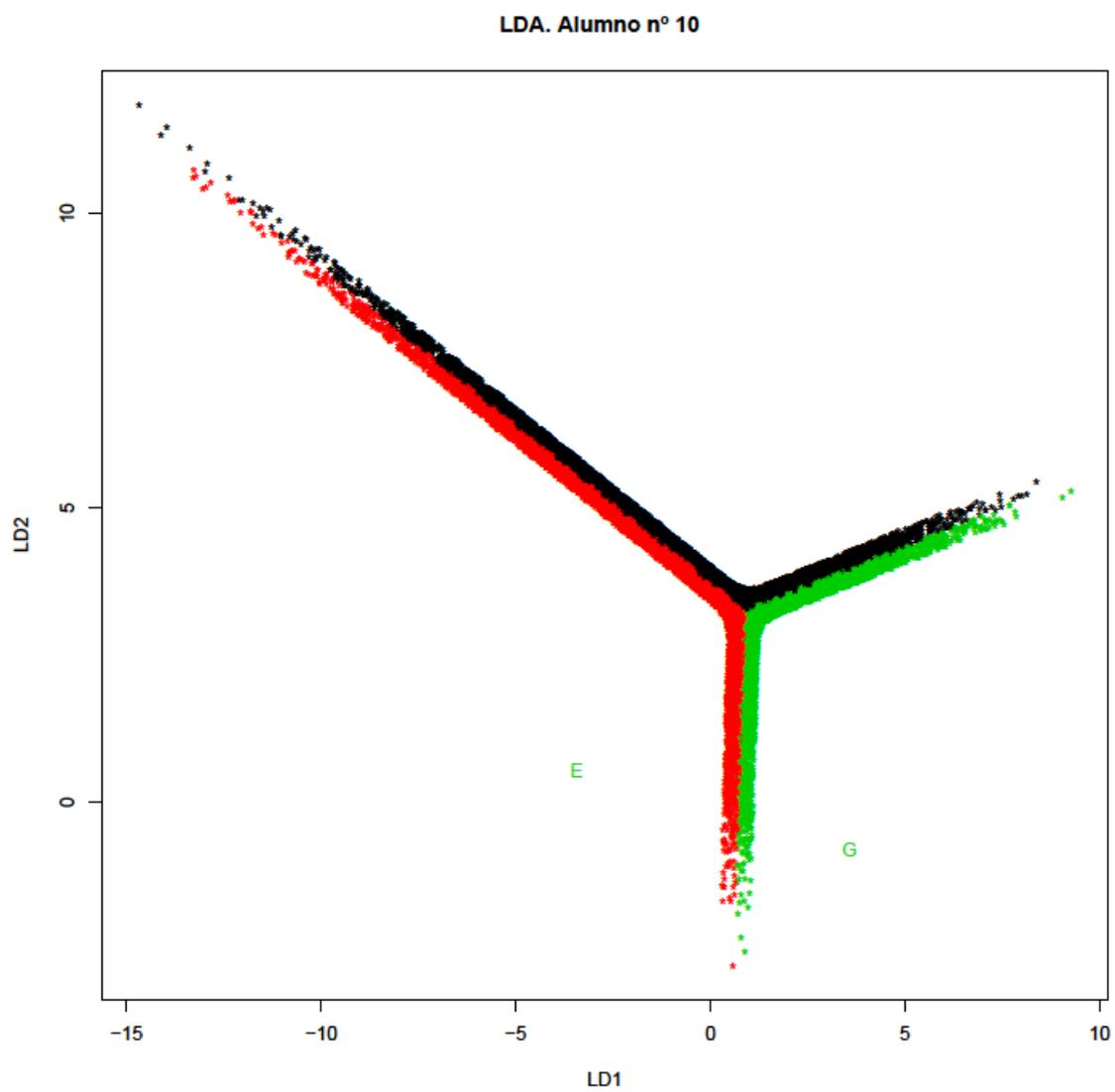


Figura 9.10- LDA de la evolución del alumno 10

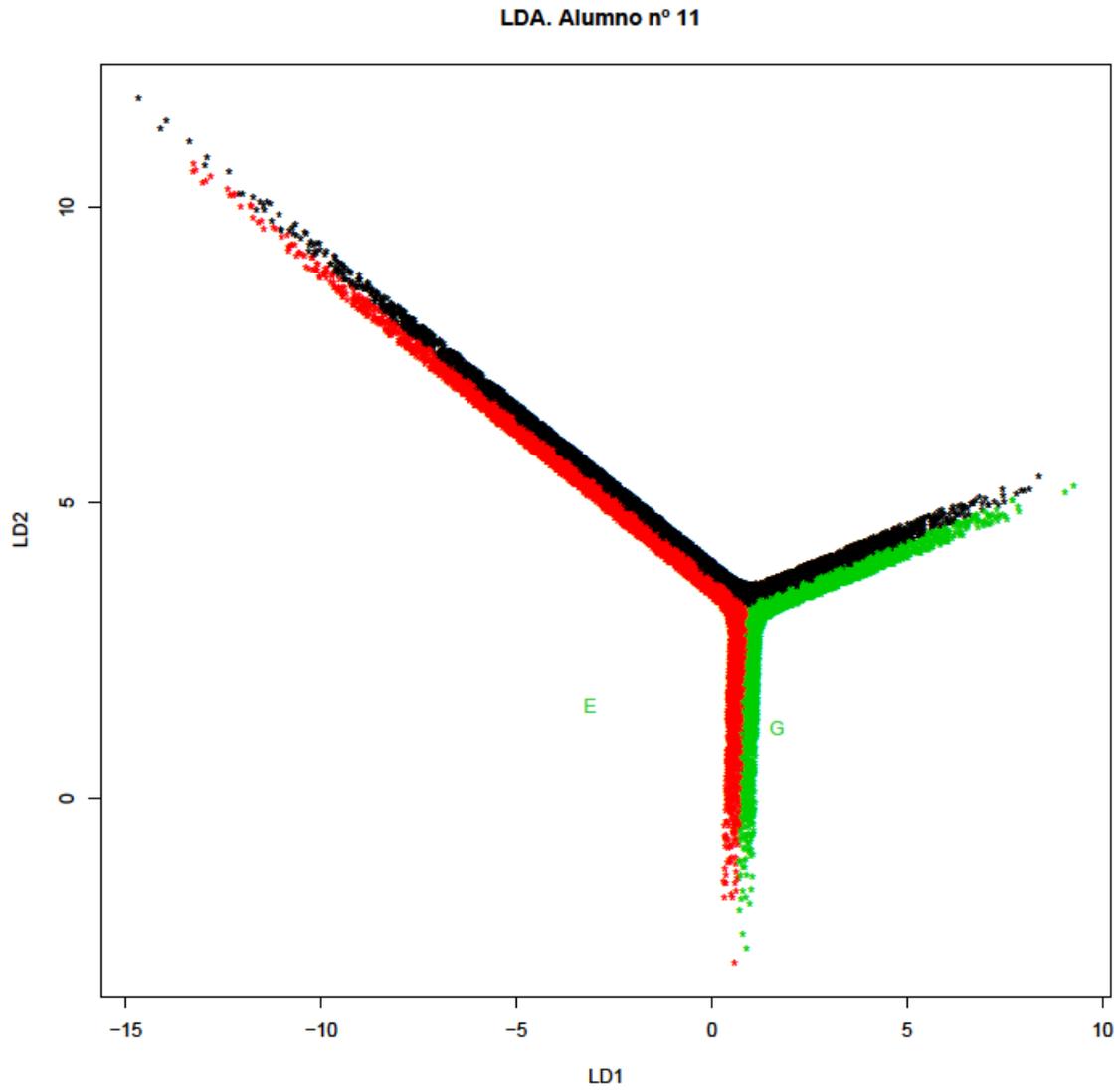


Figura 9.11- LDA de la evolución del alumno 11

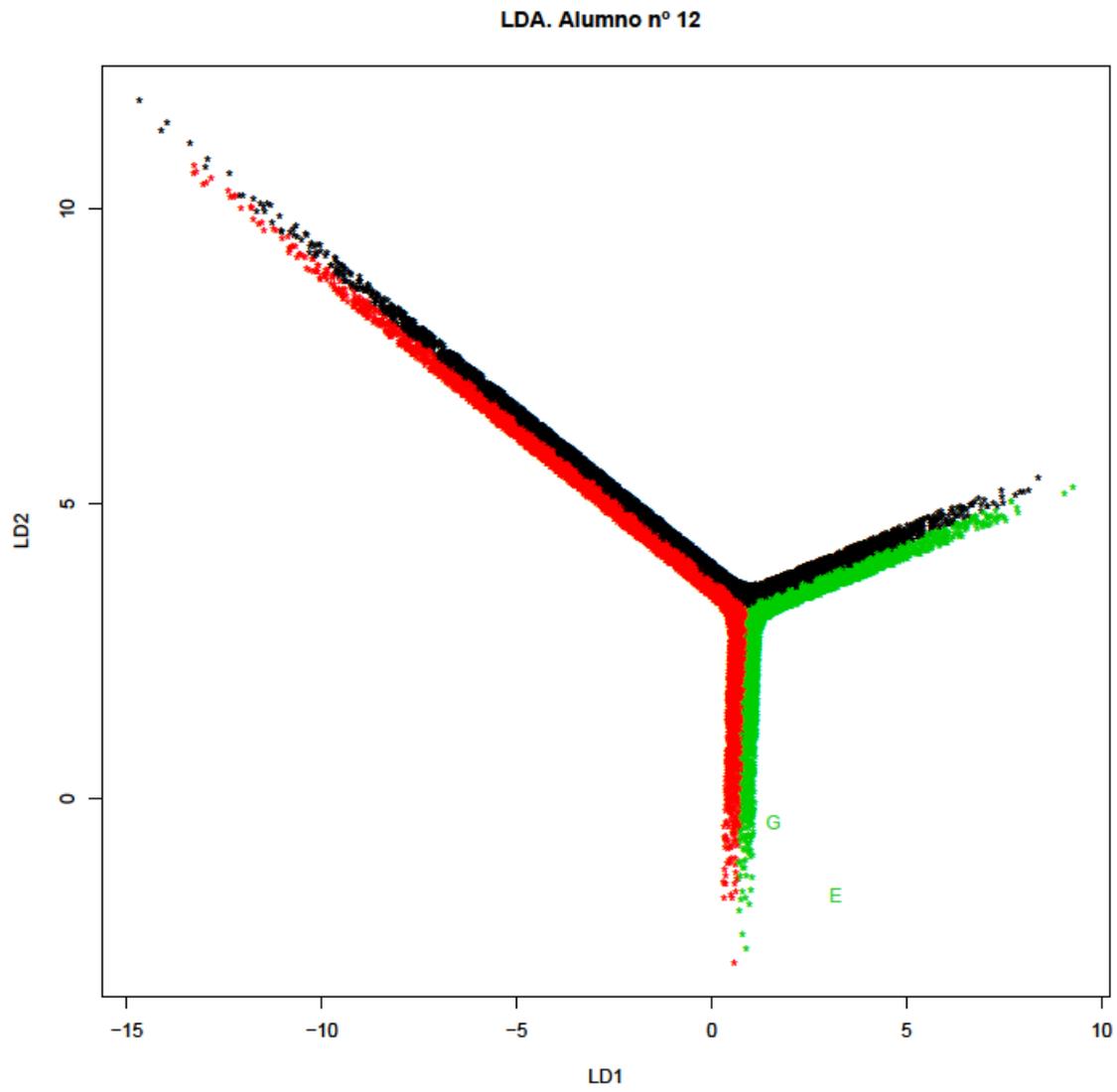


Figura 9.12- LDA de la evolución del alumno 12

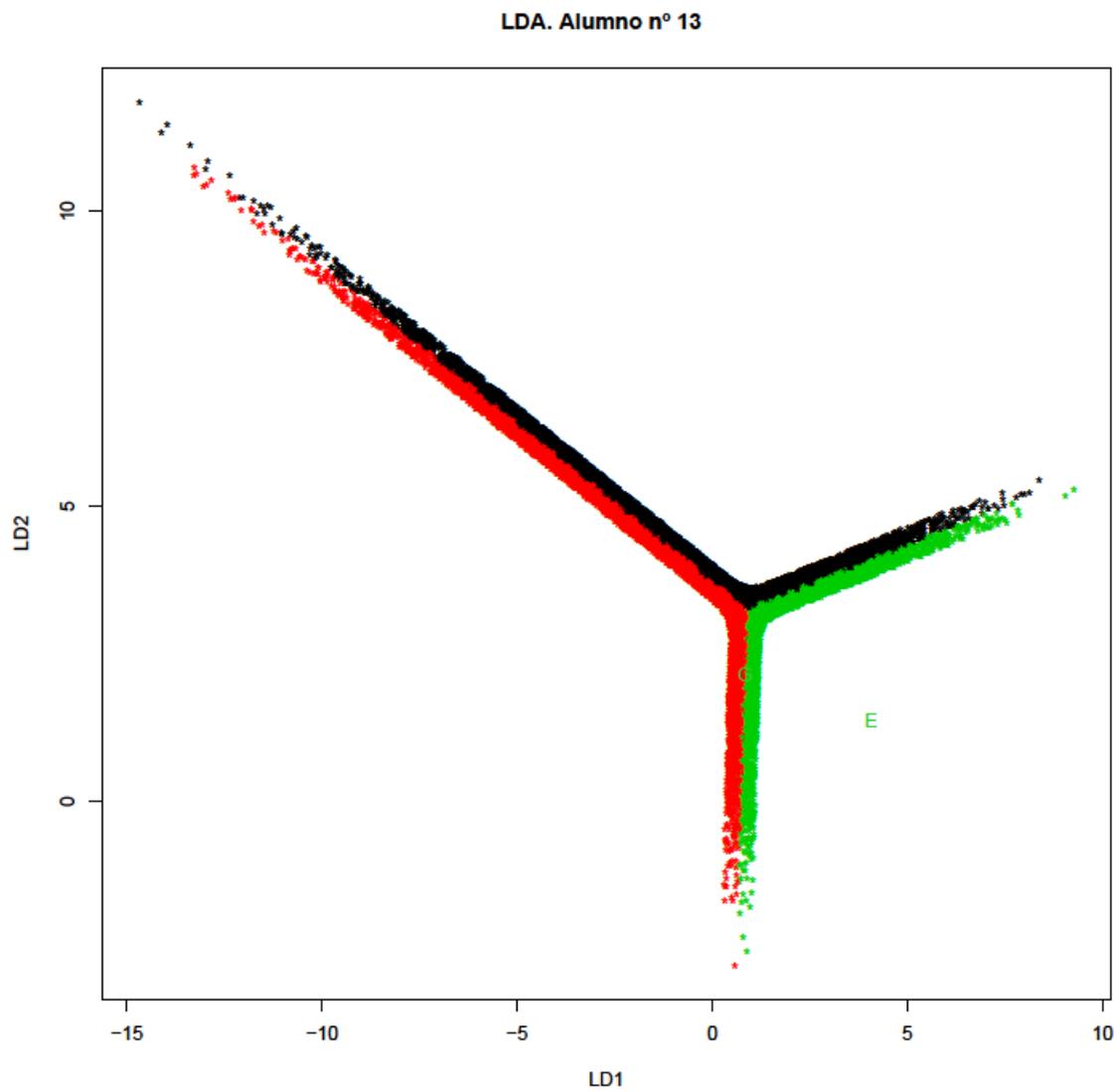


Figura 9.13- LDA de la evolución del alumno 13

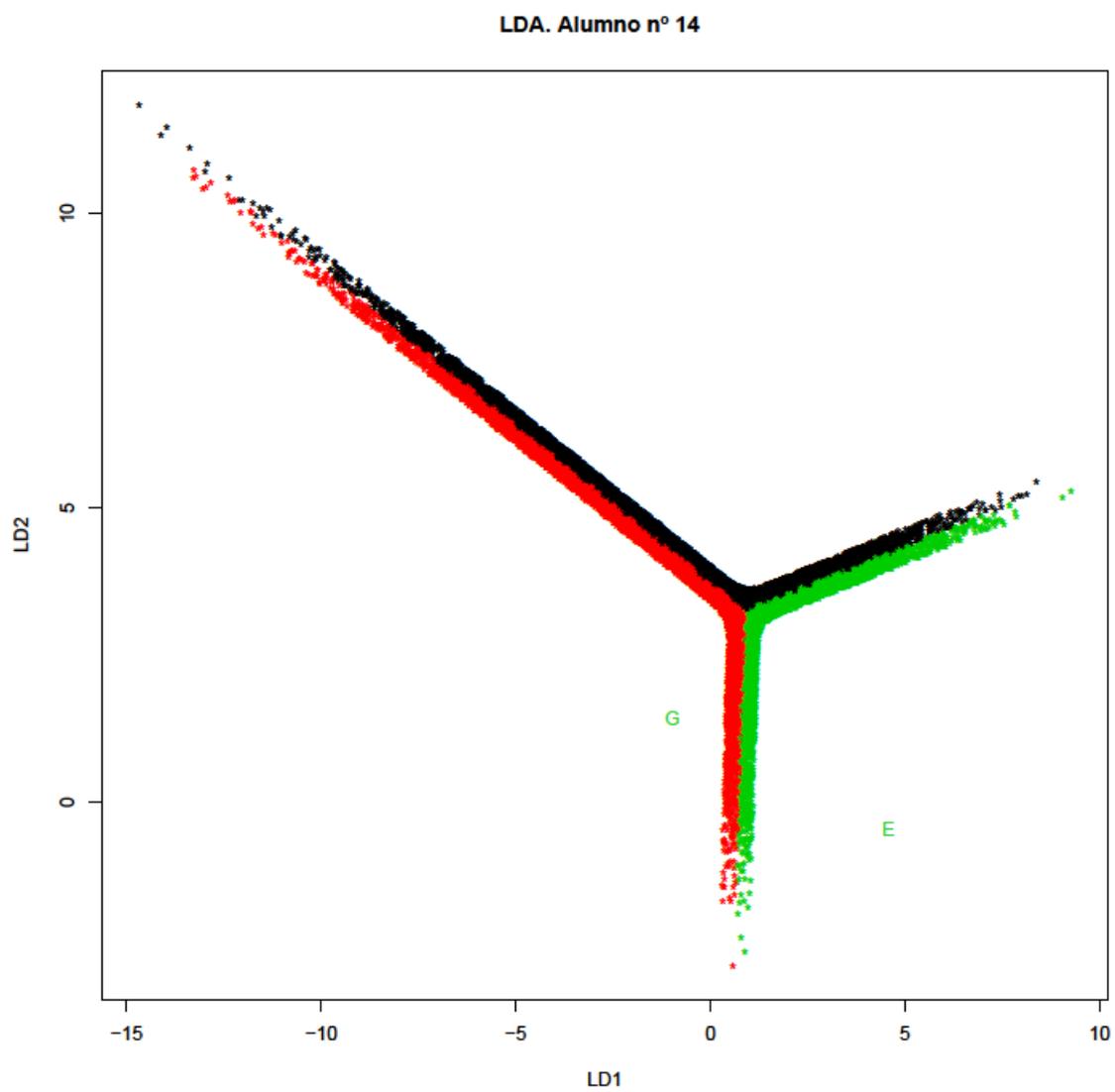


Figura 9.14- LDA de la evolución del alumno 14

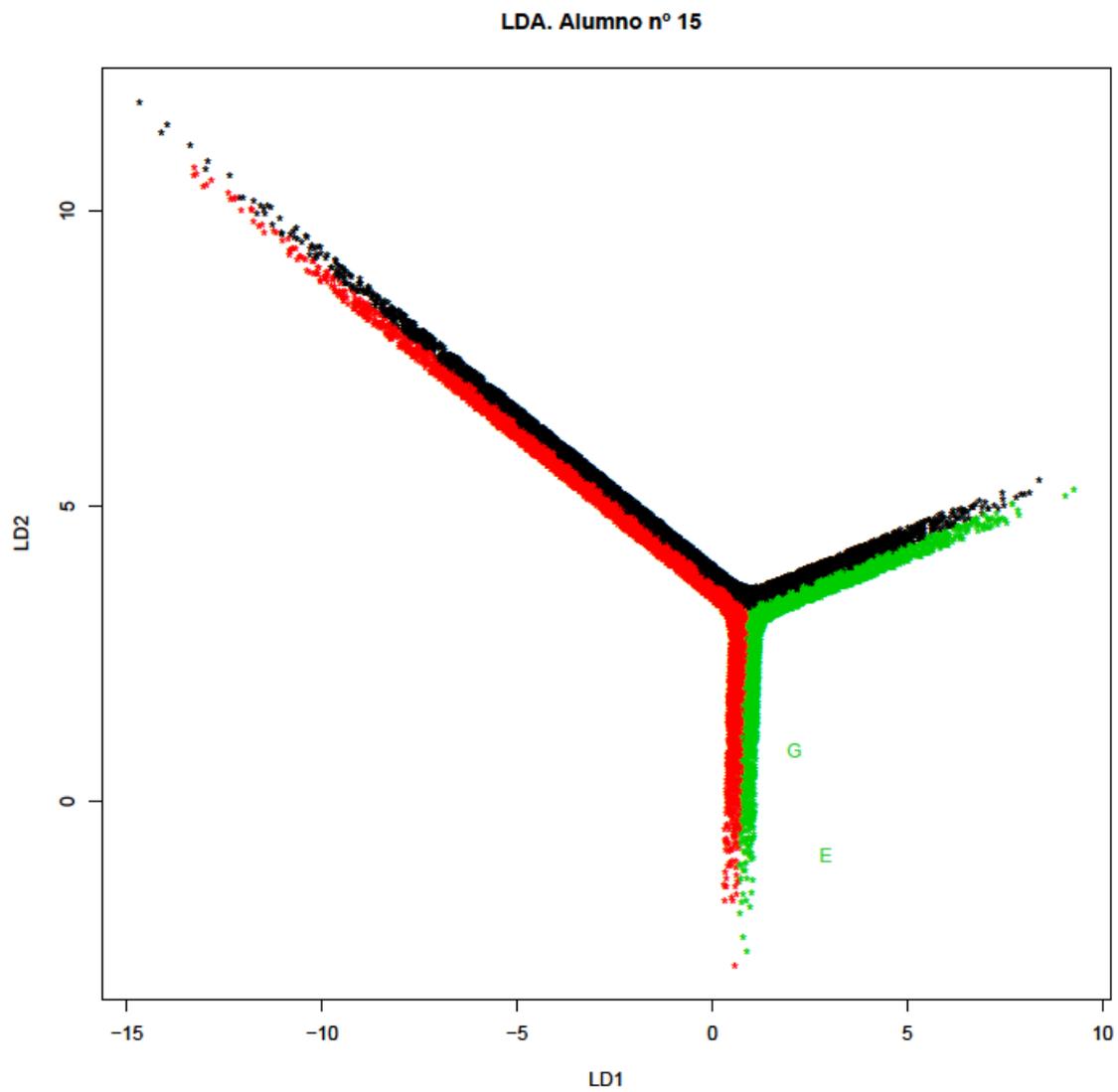


Figura 9.15- LDA de la evolución del alumno 15

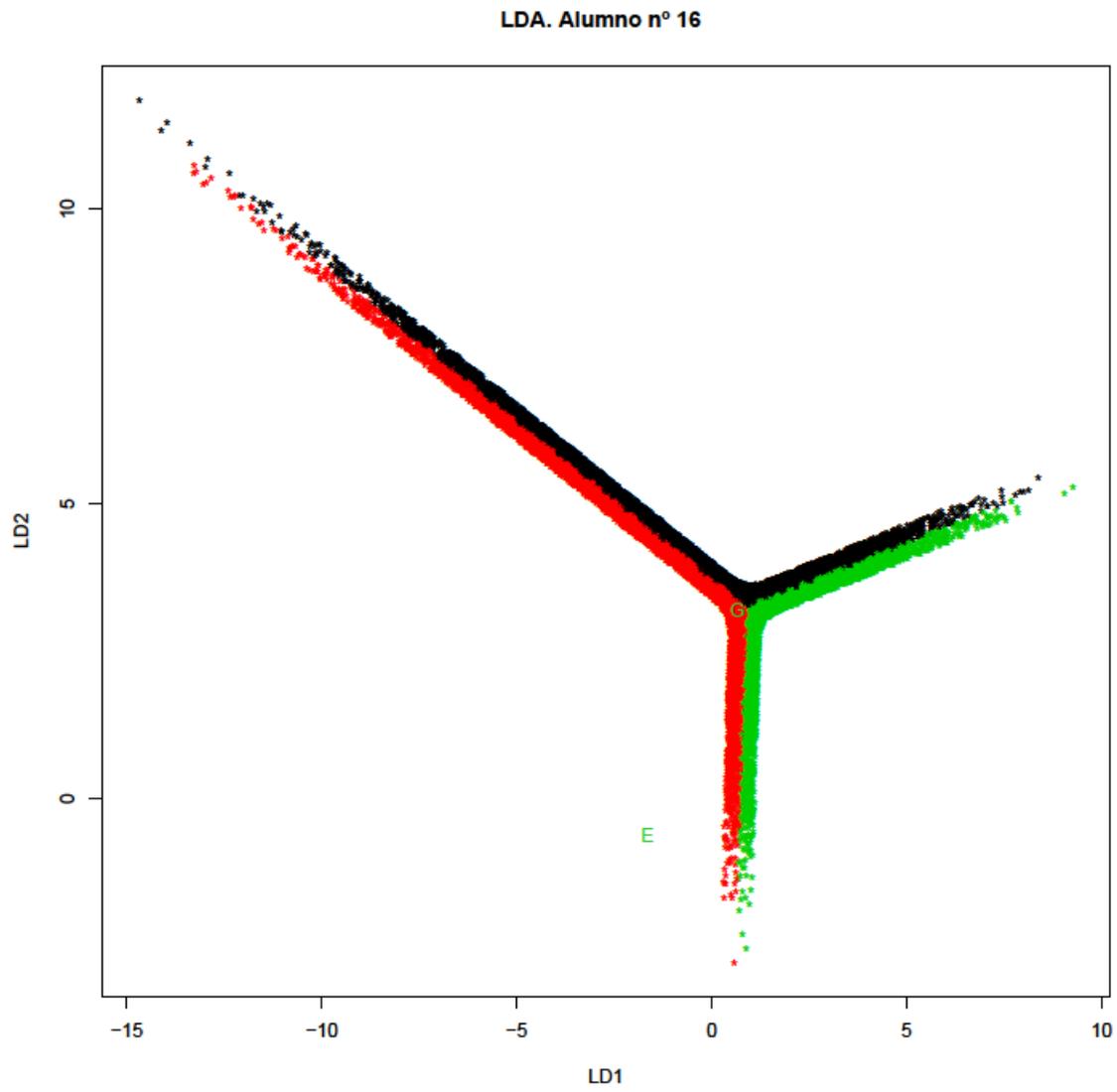


Figura 9.16- LDA de la evolución del alumno 16

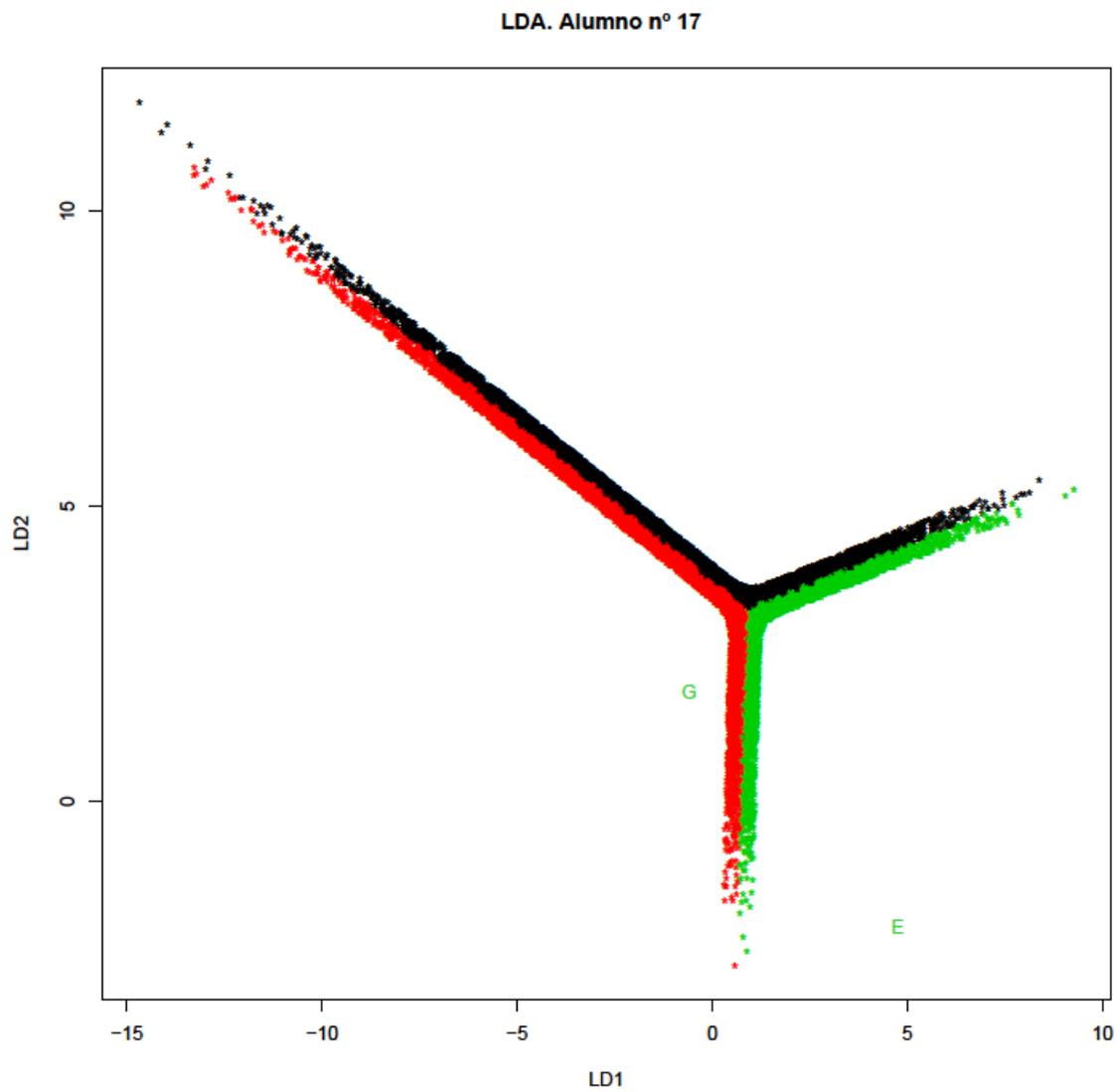


Figura 9.17- LDA de la evolución del alumno 17

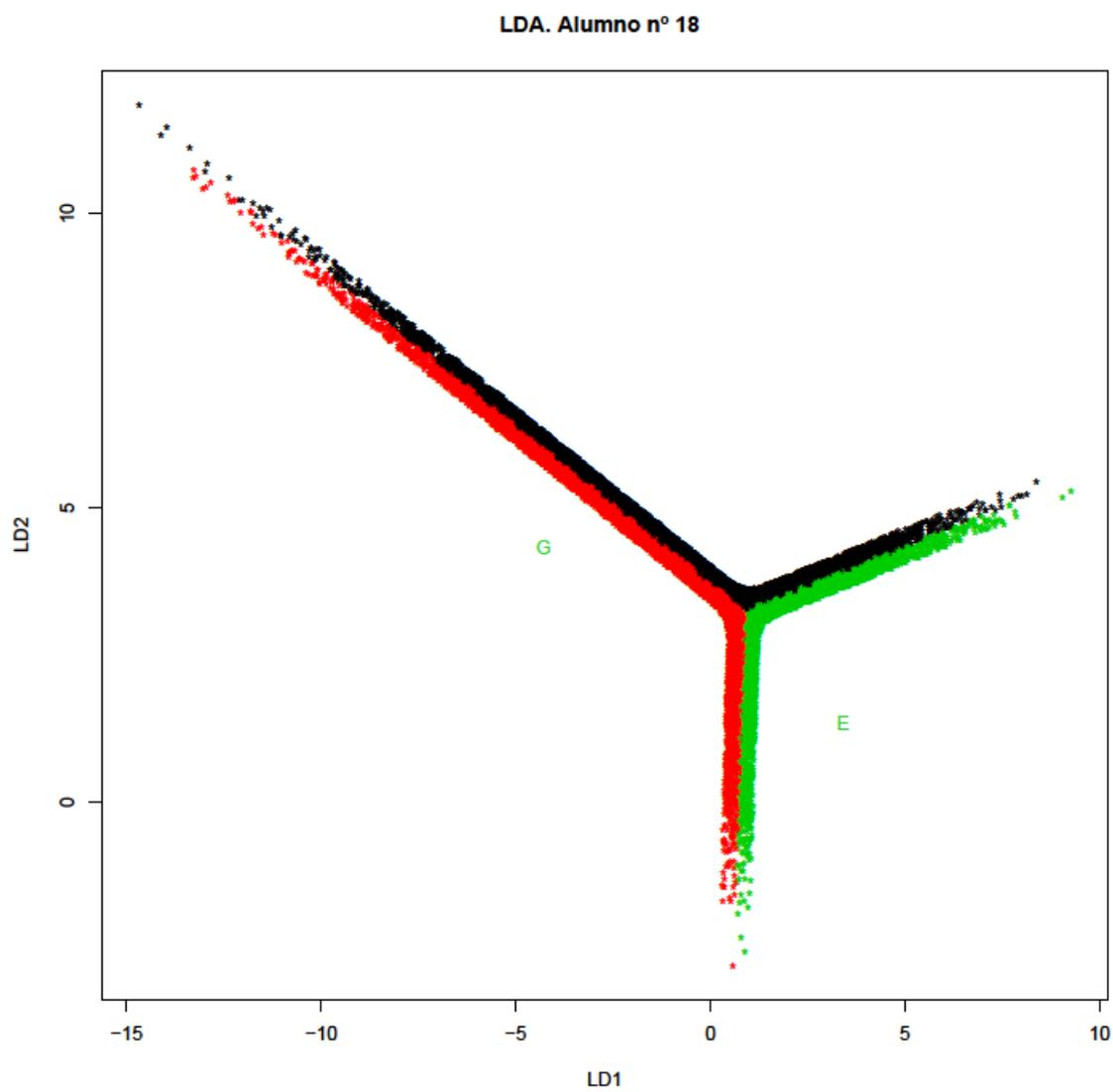


Figura 9.18- LDA de la evolución del alumno 18

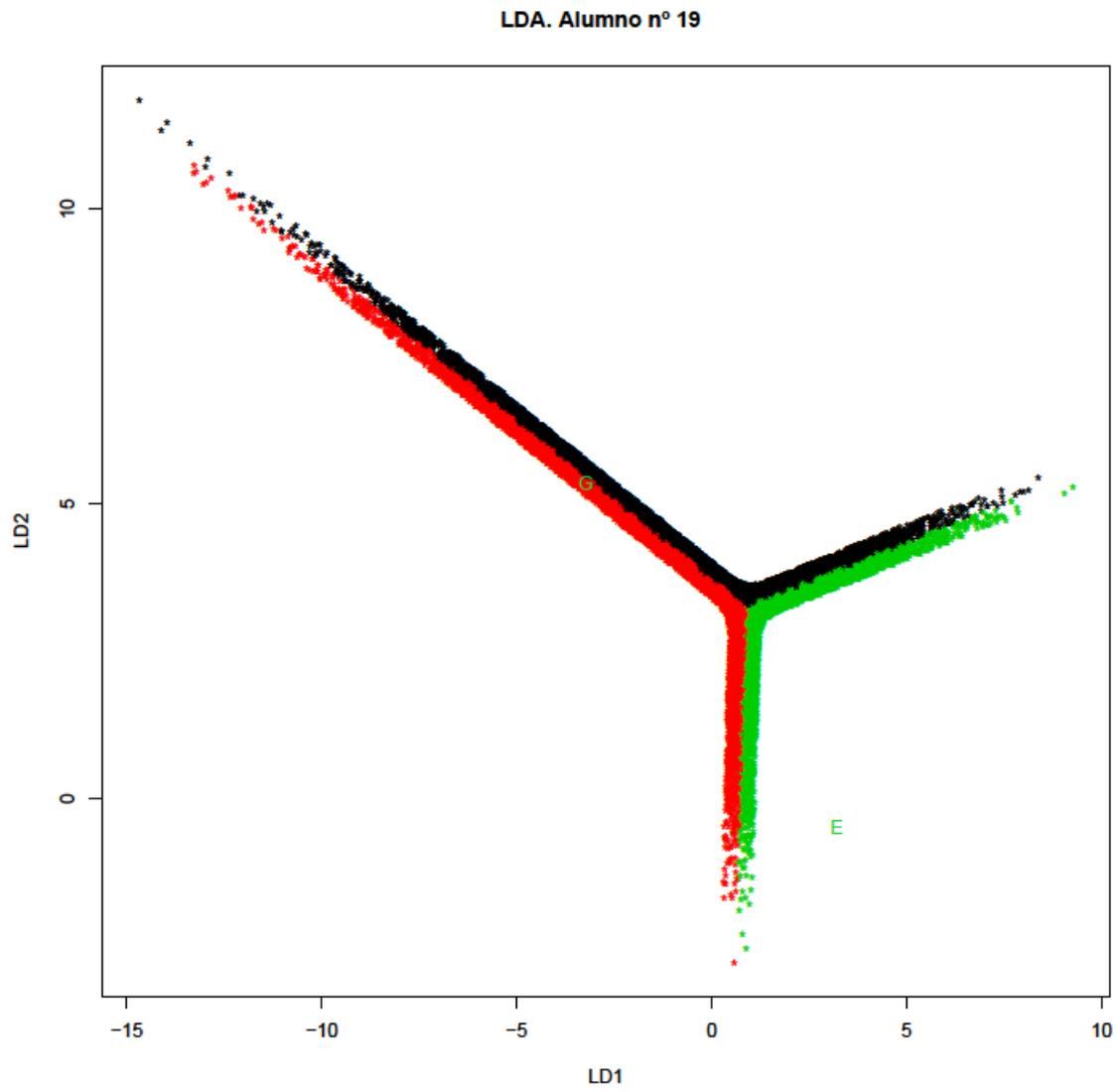


Figura 9.19- LDA de la evolución del alumno 19

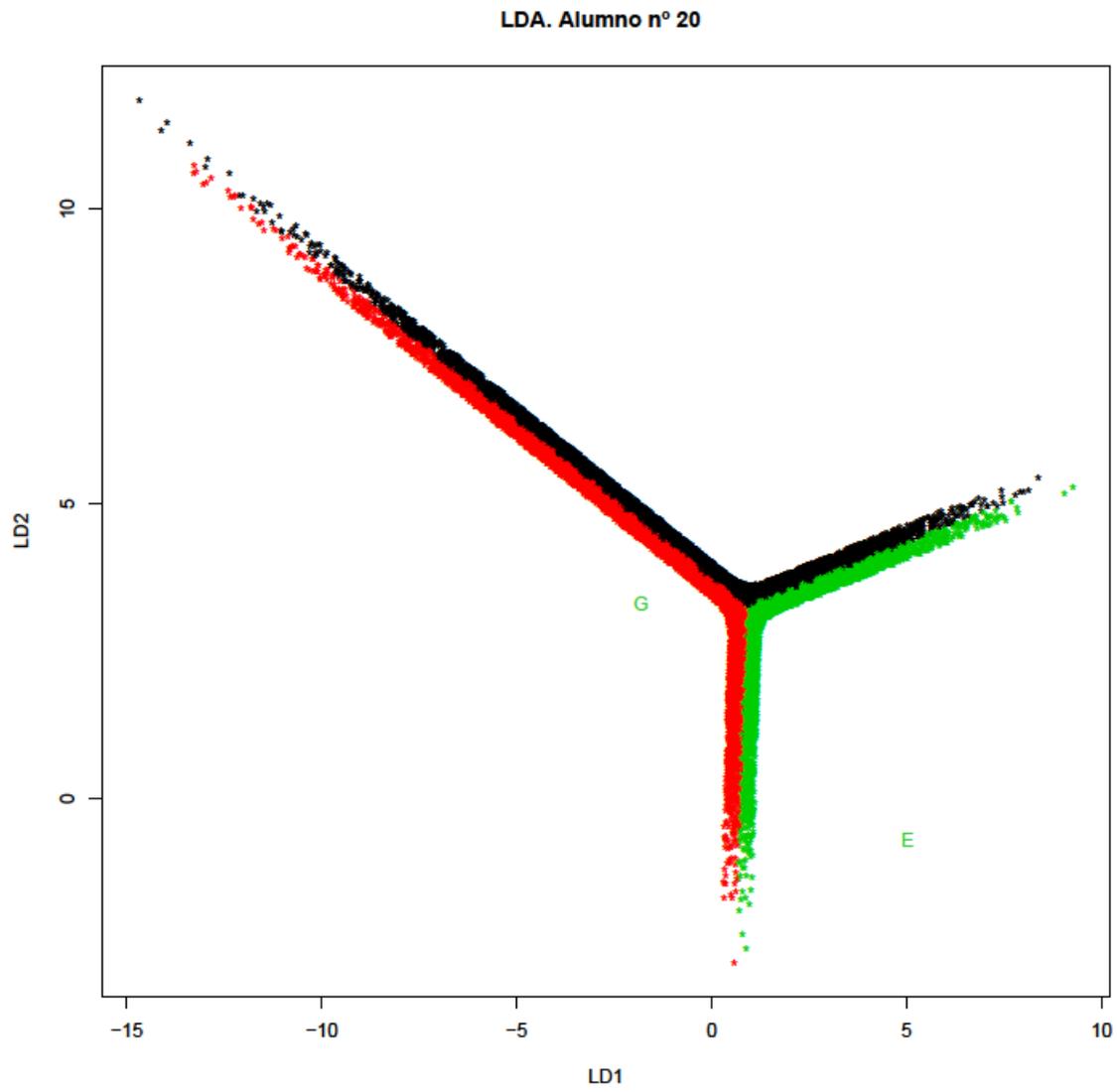


Figura 9.20- LDA de la evolución del alumno 20

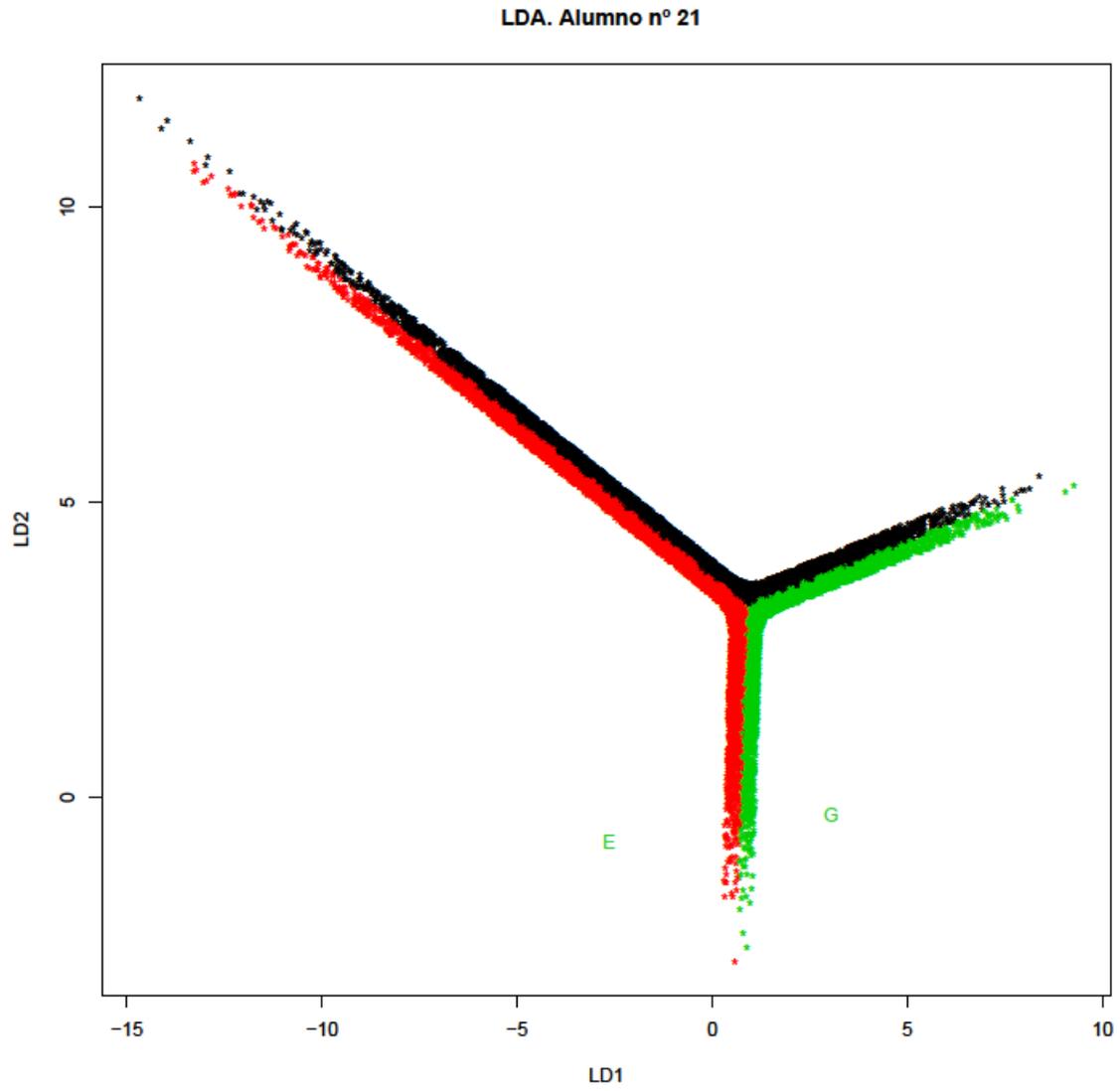


Figura 9.21- LDA de la evolución del alumno 21

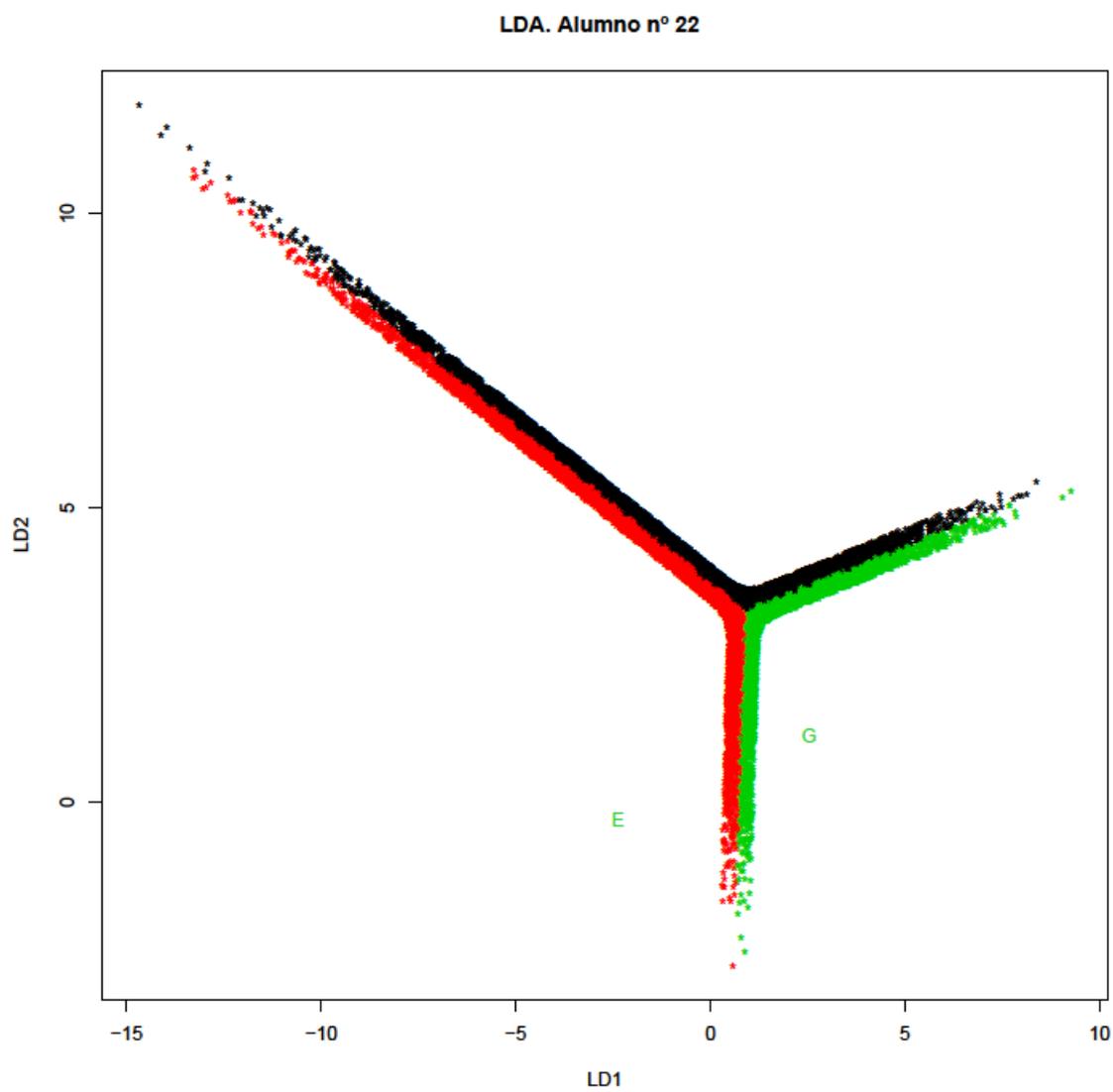


Figura 9.22- LDA de la evolución del alumno 22

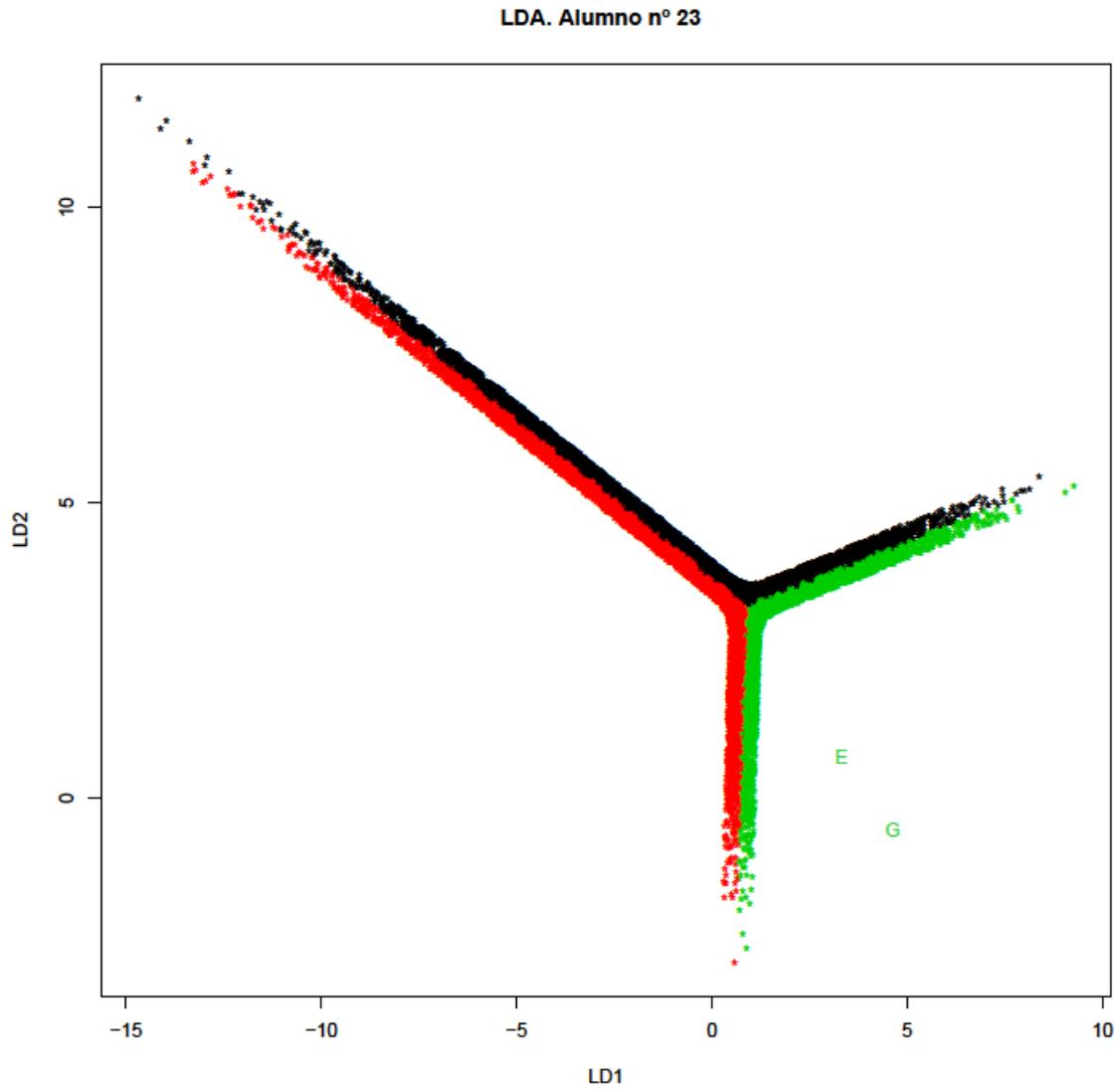


Figura 9.23- LDA de la evolución del alumno 23

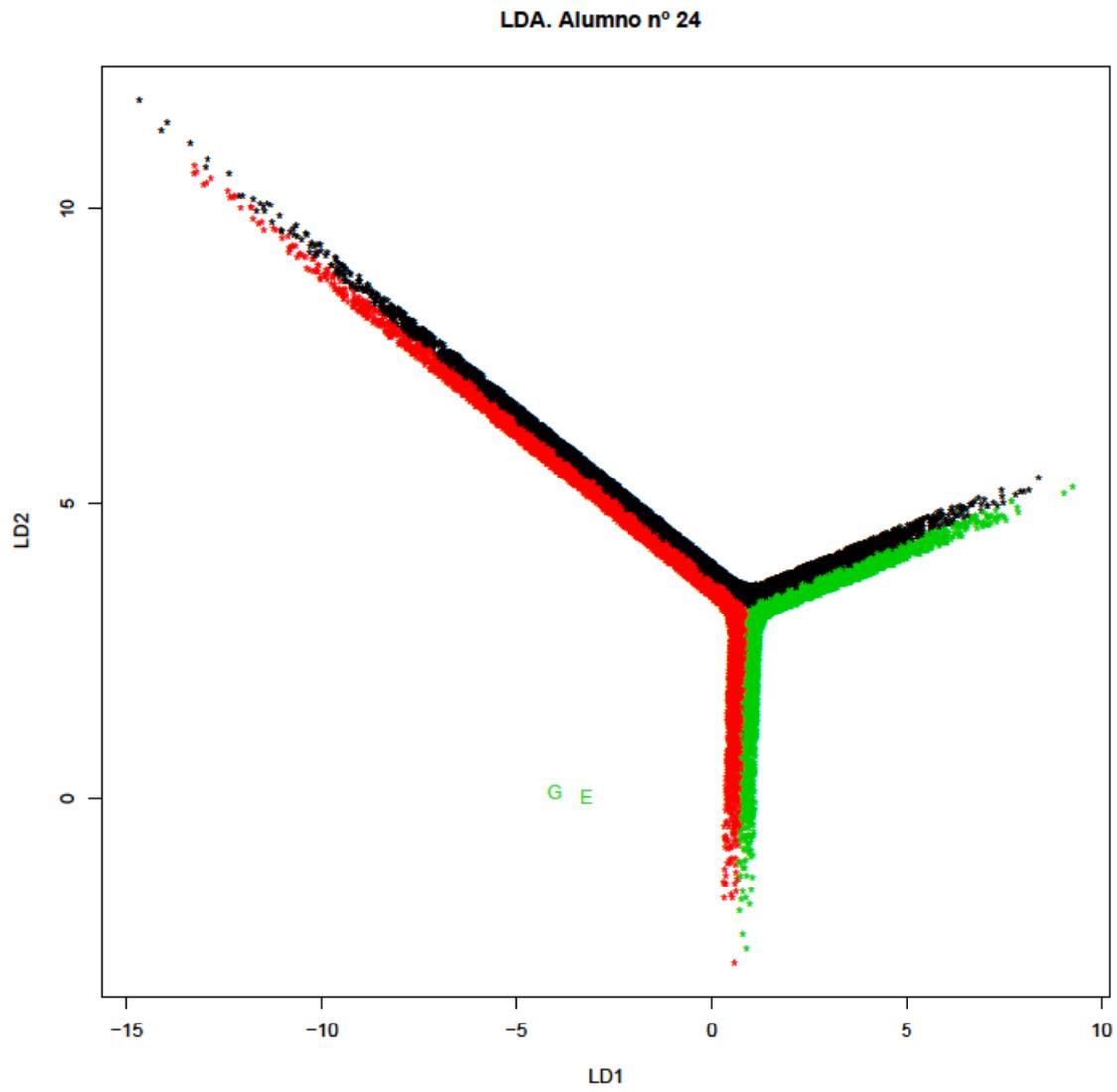


Figura 9.24- LDA de la evolución del alumno 24

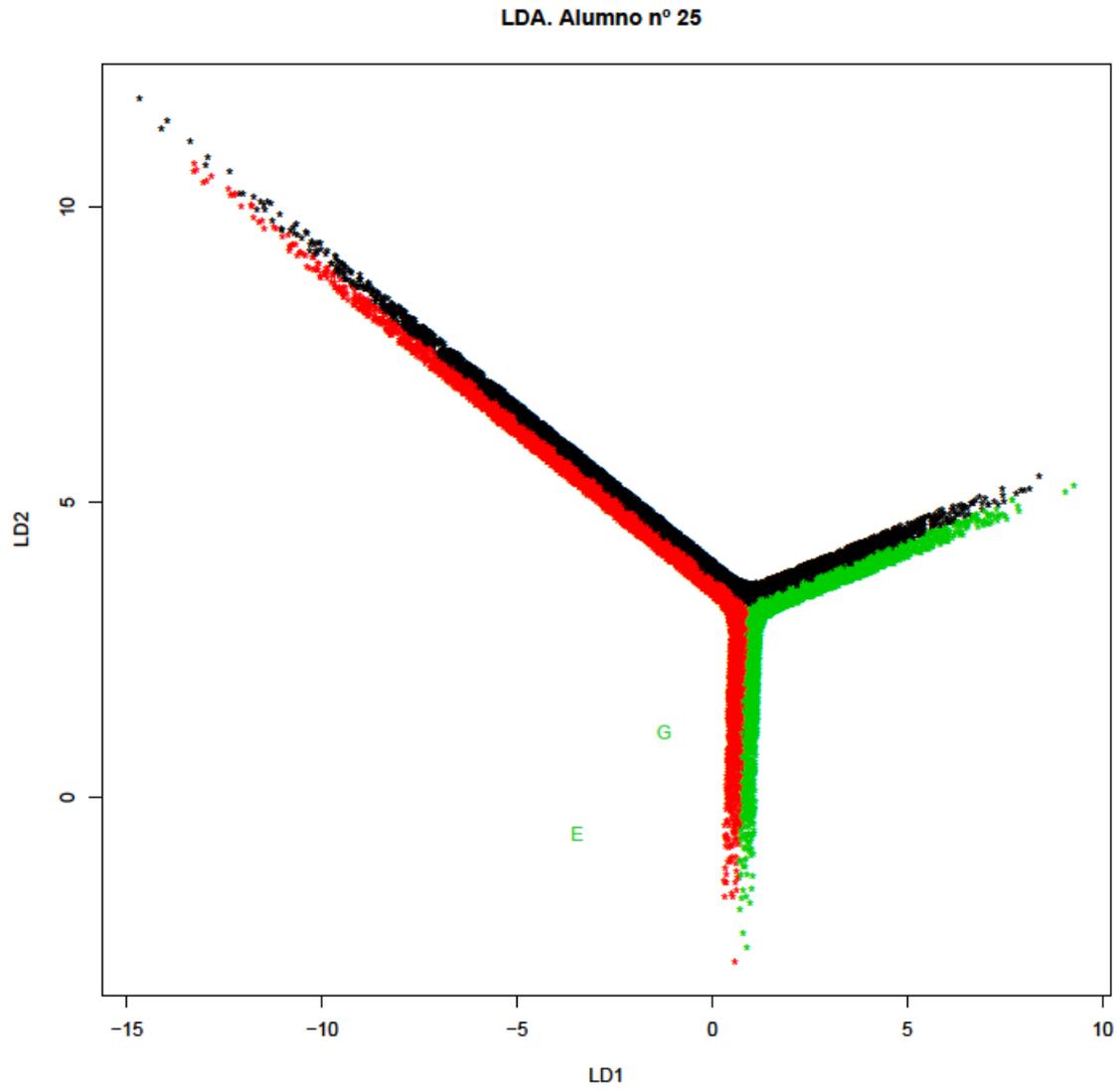


Figura 9.25- LDA de la evolución del alumno 25

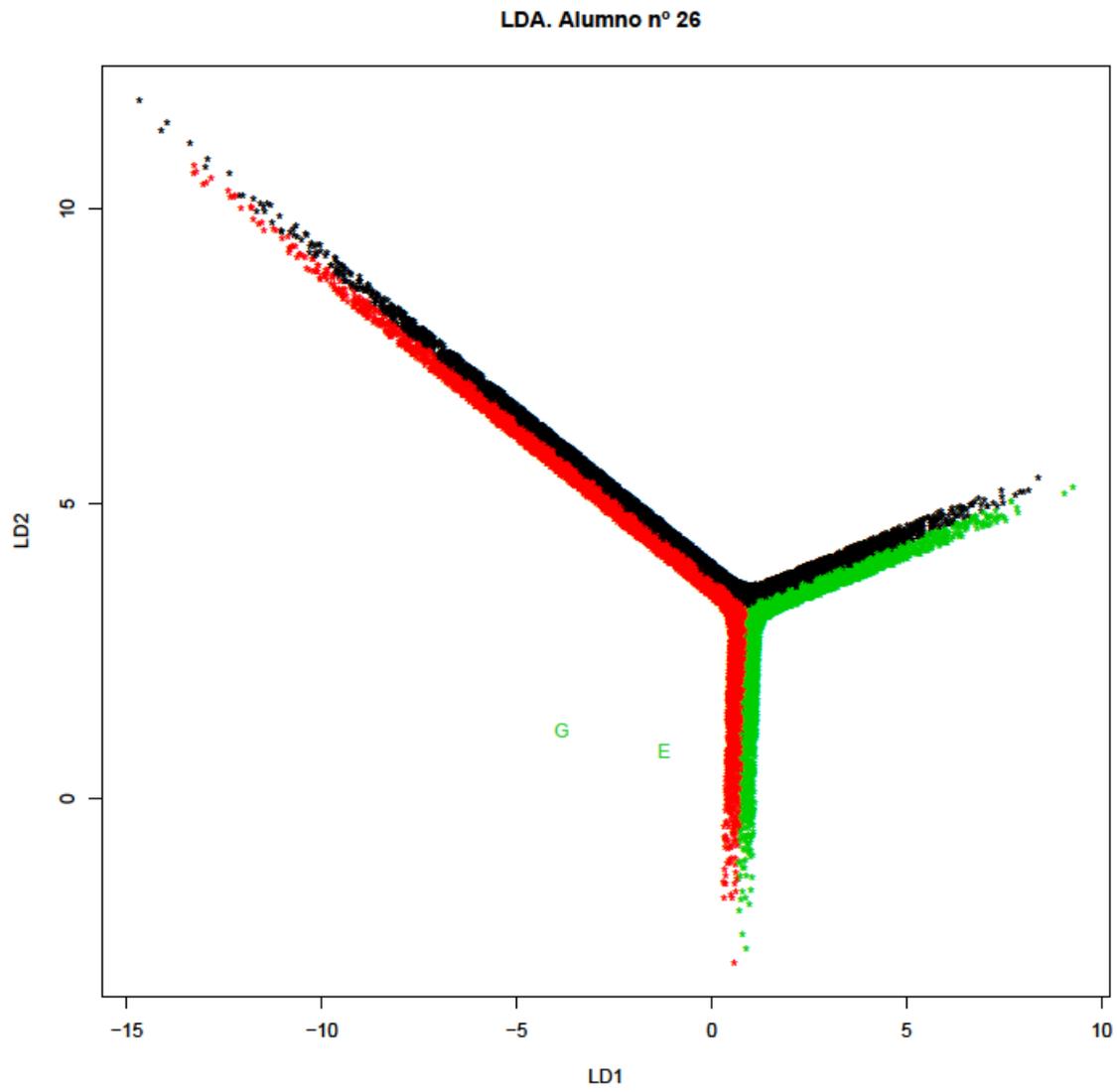


Figura 9.26- LDA de la evolución del alumno 26

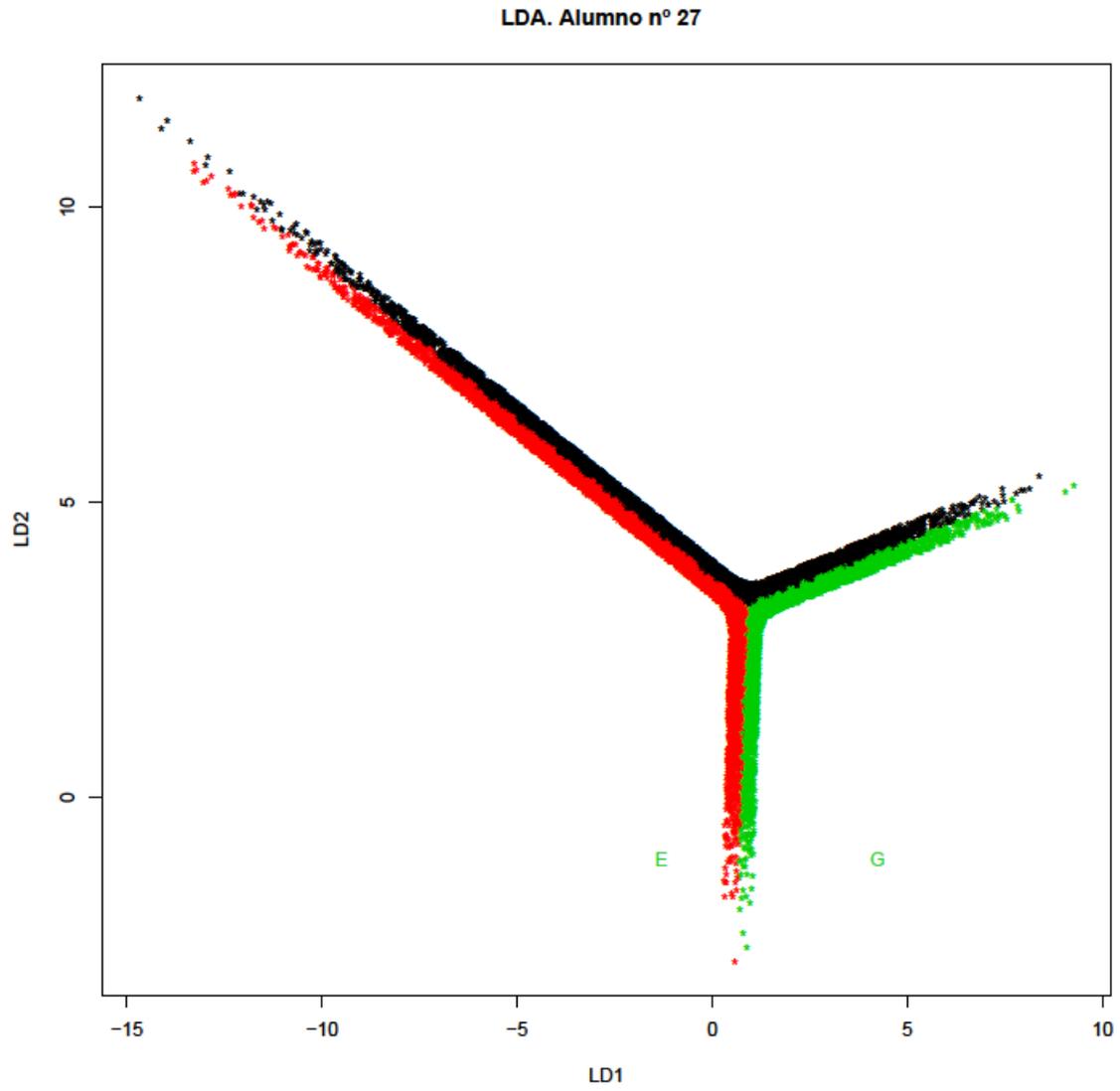


Figura 9.27- LDA de la evolución del alumno 27

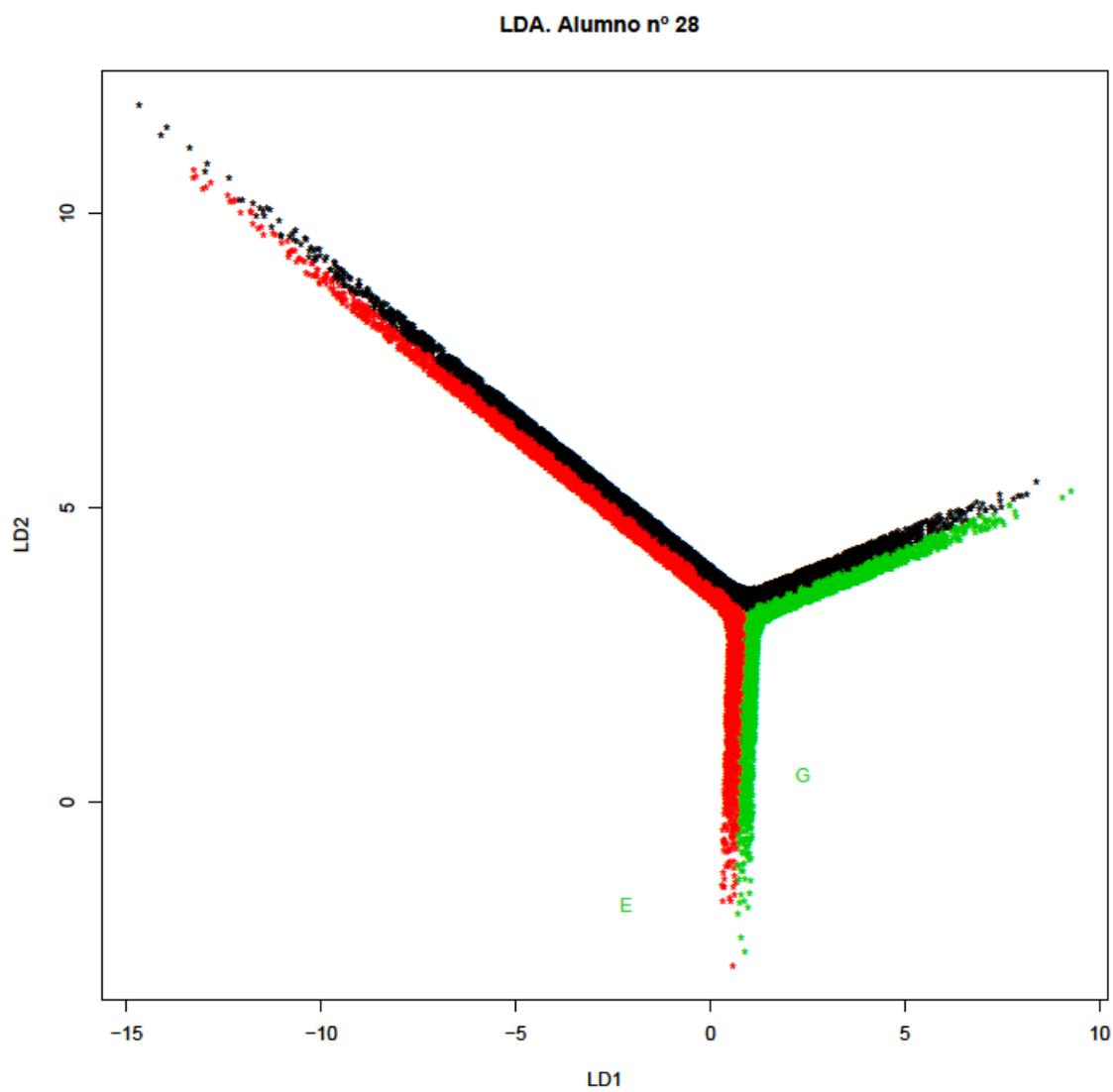


Figura 9.28- LDA de la evolución del alumno 28

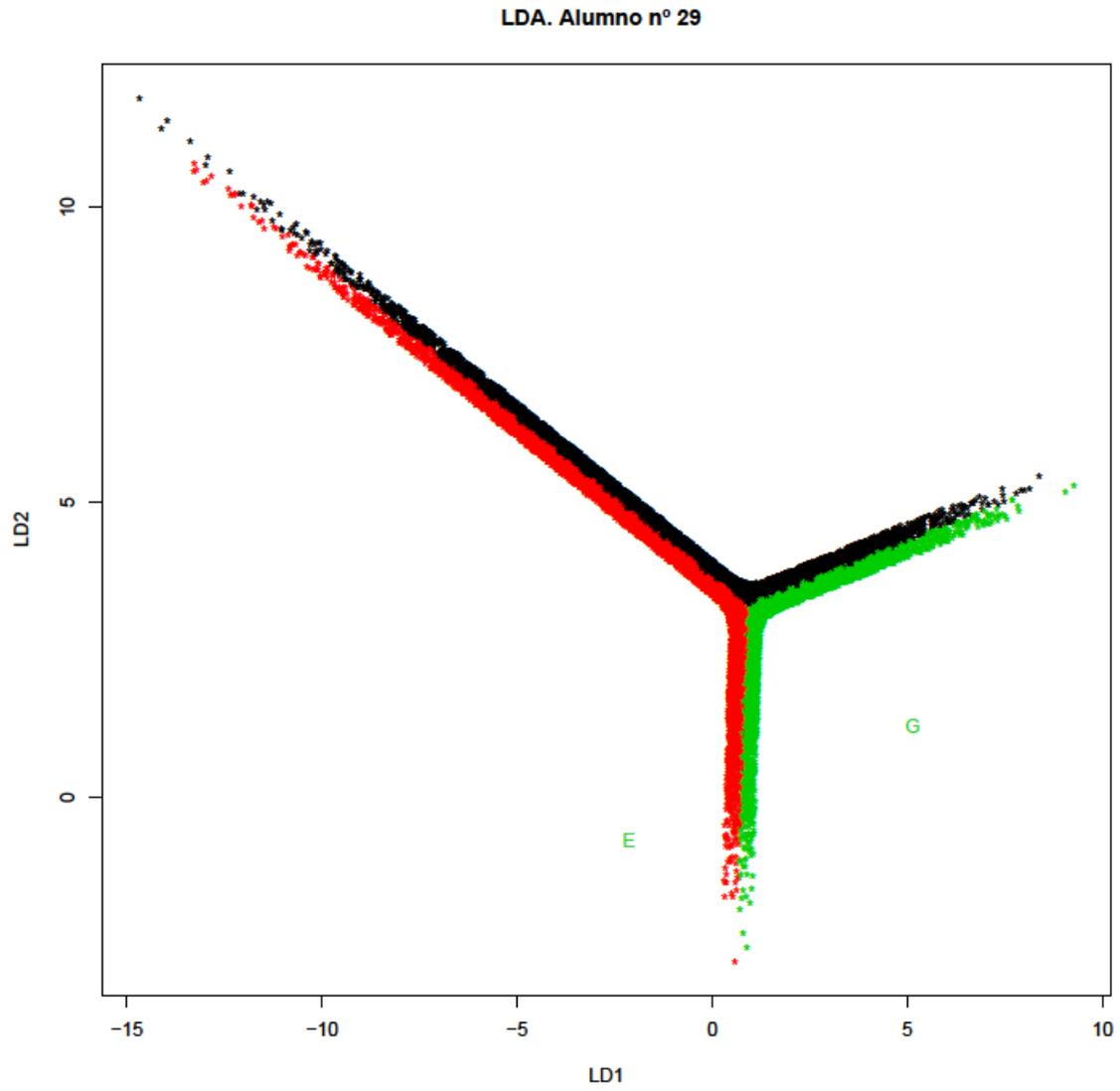


Figura 9.29- LDA de la evolución del alumno 29

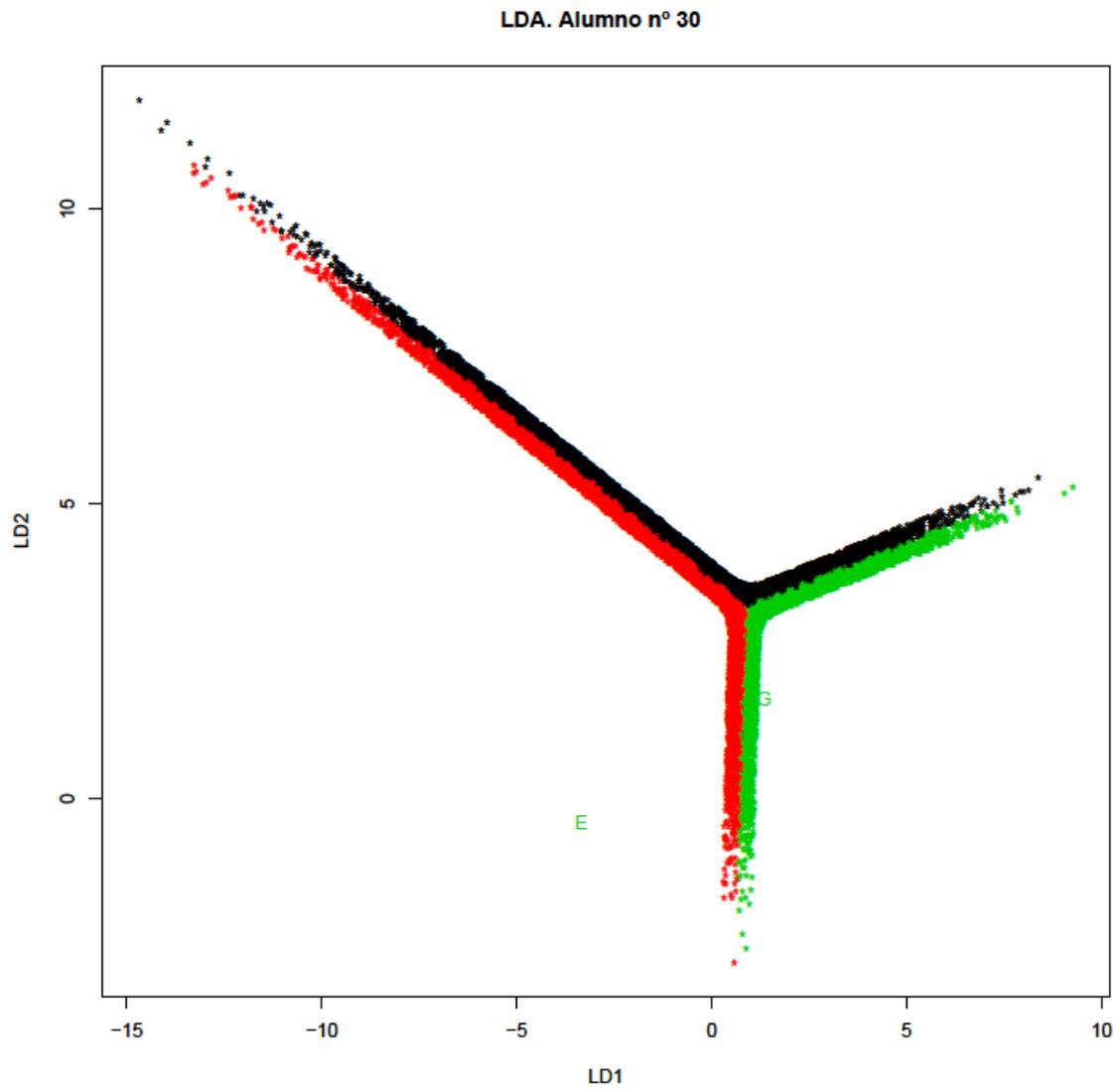


Figura 9.30- LDA de la evolución del alumno 30

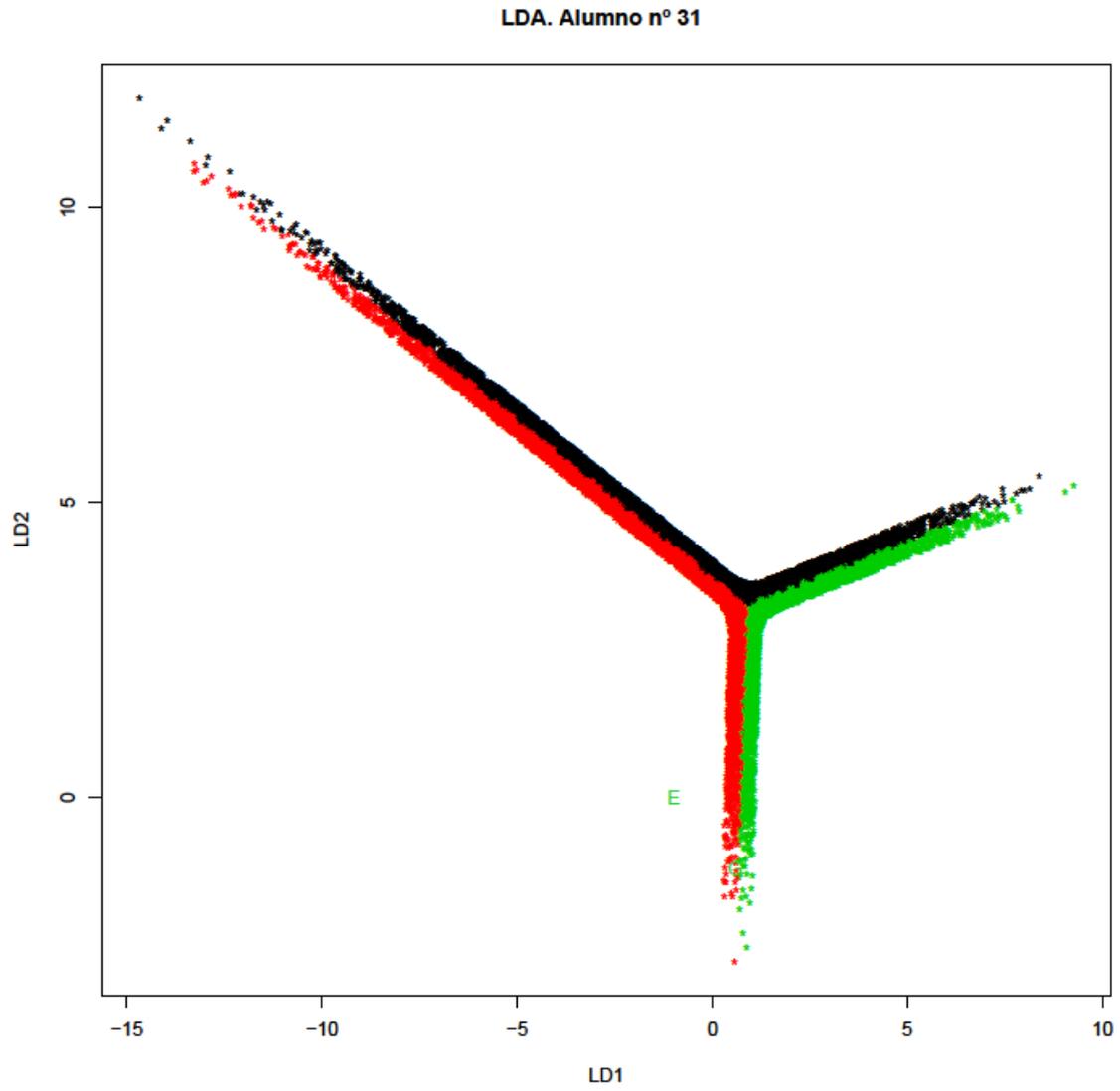


Figura 9.31- LDA de la evolución del alumno 31

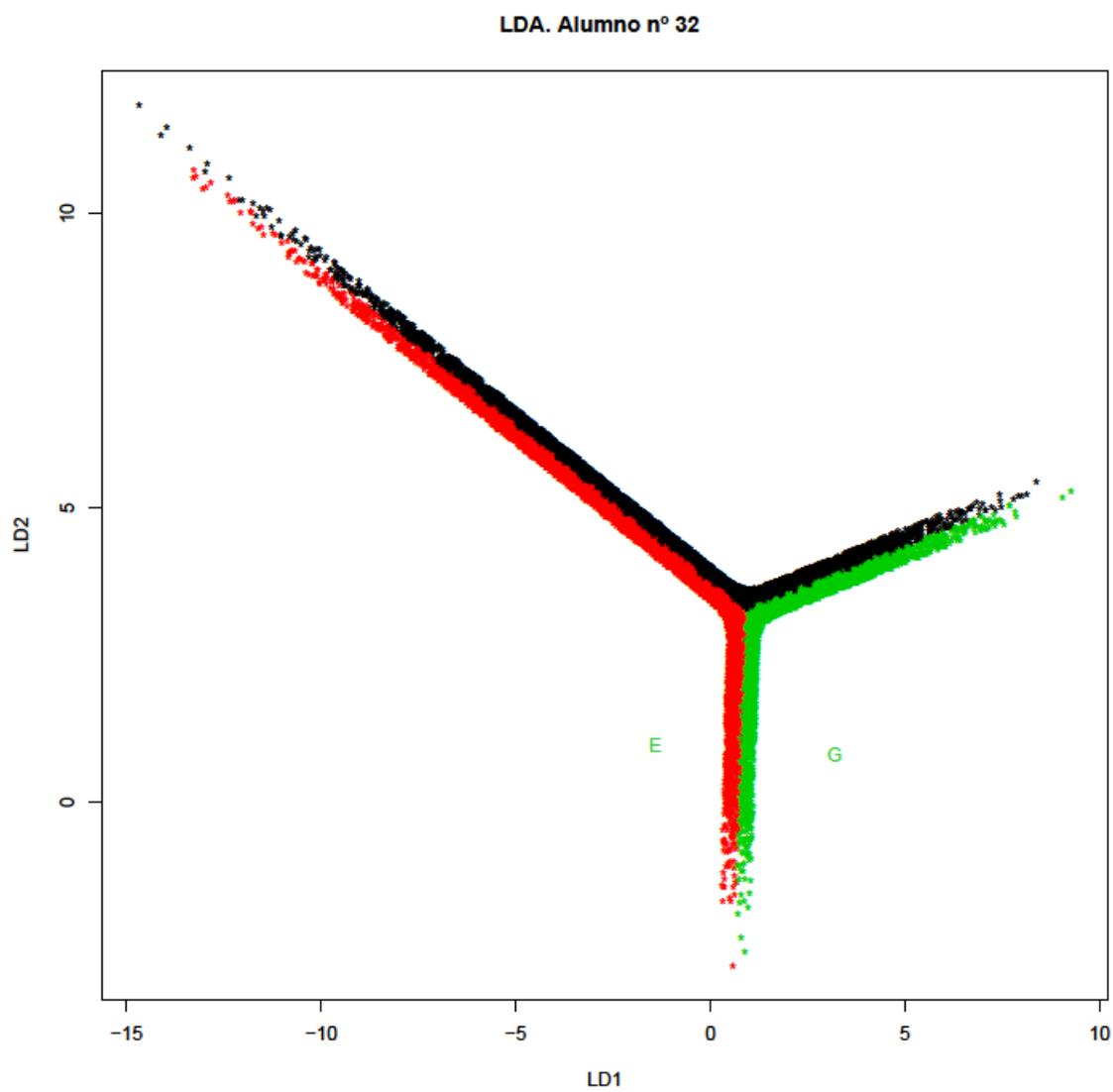


Figura 9.32- LDA de la evolución del alumno

