



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

Modelos para la Mejora del Rendimiento
Académico de Alumnos de la E.S.O.
mediante Técnicas de Minería de Datos

**D. Antonio Muñoz Ledesma
2015**



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA
INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

MODELOS PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO
ACADÉMICO DE ALUMNOS DE LA E.S.O.
MEDIANTE TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS

Tesis doctoral presentada por Antonio Muñoz Ledesma
dentro del Programa de Doctorado Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Dirigida por Dr. José Manuel Cadenas Figueredo



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA
INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

MODELOS PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO
ACADÉMICO DE ALUMNOS DE LA E.S.O.
MEDIANTE TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS

Tesis doctoral presentada por Antonio Muñoz Ledesma
dentro del Programa de Doctorado Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Dirigida por Dr. José Manuel Cadenas Figueredo

Antonio Muñoz Ledesma

Dr. José Manuel Cadenas Figueredo

Murcia, Octubre de 2015

A la memoria de mis padres

a Juana

a Alejandro, M^a Mercedes y Carlos

Índice General

Agradecimientos	ix
Abstract	xi
Resumen	xiii
Índice de Figuras	xvii
Índice de Tablas	xix
Índice Alfabético	xxii
1 Introducción	1
1.1 Motivación y Definición del problema	1
1.2 Objetivos propuestos	2
1.3 Organización de la memoria	3
I ESTADO DEL CONOCIMIENTO	5
2 El Rendimiento Académico	7
2.1 El Rendimiento	7
2.1.1 Diferentes acepciones del término Rendimiento	7
2.1.2 Definiciones acerca del Rendimiento Académico	9
2.2 Estudios sobre el Rendimiento Académico	11
2.2.1 Introducción	11
2.2.2 Proyectos que evalúan el Rendimiento Académico	12
2.2.3 Informes de estos últimos años sobre el Rendimiento Académico en España	14
2.3 Principal factor que afecta al Rendimiento Académico: la Inteligencia	17
2.3.1 Introducción	17

2.3.2	Primeras Teorías	18
2.3.3	Las Teorías Psicométricas	21
2.3.4	Las Teorías Cognitivas	22
2.3.5	Relación Lengua-Matemáticas y el Rendimiento Académico	29
2.4	Otros factores que afectan al Rendimiento Académico	39
2.4.1	El Autoconcepto	39
2.4.2	Adaptación	44
2.4.3	Estudios en los que intervienen otros factores	56
3	La Minería de Datos	69
3.1	Introducción	69
3.2	El análisis inteligente de datos	70
3.3	La fase de Minería de Datos	72
3.3.1	Tareas de la Minería de Datos	73
3.4	Métodos predictivos y descriptivos en la Minería de Datos	77
3.5	Técnicas de evaluación de modelos	79
4	Estudios sobre Rendimiento Académico y Minería de Datos	81
4.1	Introducción	81
4.2	Estudios sobre Rendimiento Académico y Minería de Datos.	81
4.3	Conclusiones y objetivos.	96
II	EL CONOCIMIENTO SURGE EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE	99
5	Justificando la extracción de conocimiento	101
5.1	Introducción	101
5.2	La adquisición de conocimiento	102
5.2.1	La Inteligencia	103
5.2.2	El Aprendizaje. Teorías	104
5.3	Teorías sobre Didáctica	106
5.3.1	Líneas de investigación actuales	106
5.3.2	El enfoque semiótico antropológico (EOS)	106
5.3.3	El concepto de Idoneidad. Indicadores	111
5.3.4	Indicadores de idoneidad didáctica en este trabajo	114

6	La extracción de conocimiento utilizando la Minería de Datos	123
6.1	Por qué usar Minería de Datos y Técnicas Computacionales	123
6.1.1	Introducción	123
6.1.2	Ventajas respecto a paradigmas tradicionales de investigación en educación	124
6.1.3	Por qué usar la MD	125
6.2	Enfoque EOS para preparar el uso de la Minería de Datos	126
III	REALIZANDO LA EXTRACCIÓN DE CONOCIMIENTO	127
7	Construcción de los Conjuntos de Datos y Preprocesamiento	129
7.1	Introducción	129
7.2	Proyectos Docentes realizados	130
7.3	Obteniendo los datos	131
7.3.1	Datos Académicos (DA)	132
7.3.2	Datos Personales (DP)	133
7.3.3	Datos de los Tests Psicométricos (DT)	135
7.3.4	Datos de Clasificación de los alumnos	139
7.4	Los conjuntos de datos construidos	140
7.5	Normalización y discretización	143
7.5.1	Normalización	143
7.5.2	Discretización	143
7.5.3	Selección de atributos	144
7.6	Cuestionarios de los TEST psicométricos	144
7.7	Solicitud de autorización	176
8	Un modelo para estimar las acciones a aplicar en Lengua y en Matemáticas mediante predictores	179
8.1	Introducción	179
8.2	Metodología utilizada y definición de Predictores	180
8.3	Experimentos y resultados	181
8.3.1	Modelo obtenido con un árbol de clasificación	182
8.3.2	Otros resultados obtenidos	185
8.4	Algunas correlaciones destacables	185

9 Modelos para relacionar las acciones en Lengua/Matemáticas y las demás asignaturas	193
9.1 Introducción	193
9.2 Metodología utilizada	194
9.3 Modelos obtenidos	194
9.3.1 Modelo para la relación entre una asignatura y Lengua-Matemáticas . . .	195
9.3.2 Modelo para la relación entre todas las asignaturas y Lengua–Matemáticas	197
9.3.3 Otros resultados obtenidos	200
9.4 Comentarios	202
10 Validación de los Predictores del Rendimiento Académico usando Análisis de Componentes Principales	203
10.1 Predictores para el redimiento académico	203
10.2 Metodología aplicada y conjunto de datos	204
10.2.1 Modelo para predecir las acciones	205
10.3 Experimentos y resultados	206
10.3.1 Análisis de componentes principales	206
11 Análisis Cluster y de Componentes Principales	213
11.1 Introducción	213
11.2 Marco conceptual y objeto de investigación	213
11.3 Conjunto de datos y métodos utilizados	214
11.3.1 Muestra del estudio	214
11.3.2 Métodos utilizados	214
11.4 Resultados	216
11.4.1 Relación de los atributos con el rendimiento académico	216
11.4.2 Aplicando un Clustering Jerárquico	220
11.5 Análisis cluster para caracterizar el proceso de aplicación de las acciones por los departamentos	222
11.5.1 Analizando el comportamiento cuando el Departamento de Lengua aplica acciones	222
11.5.2 Analizando el comportamiento cuando el Departamento de Matemáticas aplica acciones	223

12 Construcción de un Sistema de Predicción	227
12.1 Análisis de los resultados obtenidos en capítulos anteriores	227
12.2 Sistema de Predicción	230
12.2.1 Interpretación de los resultados obtenidos por el protocolo	230
12.2.2 El enfoque EOS en la interpretación de resultados	231
12.2.3 Consecuencias que se obtienen de los modelos obtenidos en los capítulos anteriores	236
12.2.4 Verificando la idoneidad de los resultados obtenidos por el protocolo . . .	240
12.2.5 Cómo se obtienen y se usan los indicadores definidos	241
IV CONCLUSIONES Y TRABAJOS / APLICACIONES FUTURAS	247
13 Conclusiones y Trabajos Futuros	249
13.1 Conclusiones	249
13.2 Trabajos y Aplicaciones Futuras	251
13.2.1 Predicción, Indicadores y aplicación en la LOMCE	251
Referencias	263

Agradecimientos

Solamente aquellos que han realizado una tesis doctoral o la están realizando, saben de la dificultad y de la importancia de escribir este breve apartado. Dificultad, porque es casi imposible agradecer a todas y a cada una de estas personas su aportación en unas pocas líneas. E importancia, porque aquí se reflejan los nombres de aquellas personas que se han visto implicadas en un trabajo en el que no esperaban participar.

Quiero, en primer lugar, resaltar y agradecer la labor del director de esta tesis, Dr. D. José Manuel Cadenas Figueredo, que ha superado con creces la de un director, suponiendo para mí el “motor” en todo este proceso, desde el primer día en que comentamos la idea inicial, hasta el último retoque o detalle en que ha influido. Su paciencia con el largo desarrollo de esta tesis y su capacidad de escucha para después emitir sabios consejos o apreciaciones; sus palabras de aliento y su manera de hacer frente a los imprevistos, junto a otras muchas virtudes, me han permitido durante estos años formarme como investigador.

En segundo lugar, especialmente, quiero agradecer a los directores de los I.E.S. en los que se ha localizado fundamentalmente esta investigación, su apoyo, amabilidad y total disponibilidad con la propuesta de trabajo. Estos son, D. Diego Guzmán Alburquerque, director que fué (felizmente ya jubilado) del I.E.S. Sangonera La Verde y D. Luis Alberto Izquierdo Cantera, director del I.E.S. Sanje de Alcantarilla, centro en el que hasta este pasado curso 2014-2015, he desarrollado mi labor docente.

En tercer lugar, agradecer a la profesora D^a Esther Pascual Díaz, actual orientadora del I.E.S. Floridablanca, el diseño, documentación y enfoque dado a los proyectos de investigación que fueron el germen del área psicopedagógica de esta tesis, en cuanto a su valoración psicométrica; esto es, capacidades, autoconcepto y adaptación de los alumnos.

Asimismo, agradecer a todos los compañeros de los departamentos de Matemáticas y Lengua de los I.E.S. antes citados, por su participación en los proyectos de investigación que han nutrido de información las bases de datos manejadas en esta tesis.

En los comentarios al informe psicopedagógico del PMAR, agradecer su ayuda a M^a Ángeles Molina Caparrós.

Agradecer, también, a los profesores Dra D^a Dolores Carrillo Gallego, Dr. D. Pedro Nicolás Zaragoza y D^a Encarnación Sánchez Jiménez del Departamento de Didáctica de las Ciencias Matemáticas y Sociales de la facultad de Educación de la U.M. sus opiniones, críticas y materiales

aportados, sin los cuales no se habría dado forma a una parte importante del quinto capítulo de este trabajo.

Agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación de España por el proyecto de investigación TIN2011-27696-C02-02 cuyo investigador principal es el doctor D. José Manuel Cadenas Figueredo y en el cual he tenido la oportunidad de participar. Dicho proyecto es parte de un proyecto coordinado, dirigido por el doctor D. José Luis Verdegay Galdeano,

En el Departamento de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones de la facultad de Informática de la U.M., a la Dra D^a María del Carmen Garrido Carrera por los proyectos de investigación ligados a esta tesis de los que me ha hecho partícipe y a la Dra D^a Raquel Martínez España por su inestimable colaboración.

Por último, quisiera agradecer muy especialmente a mi mujer, Juana, y a mis hijos M^a Mercedes, Alejandro y Carlos, la comprensión, paciencia y confianza puestas en mí durante el tiempo que duró este trabajo, tiempo que no les dediqué a ellos.

Muchas gracias,
Antonio Muñoz Ledesma
October 2015

Abstract

As a result of the peace process and subsequent economic recovery achieved after World War II, the term “academic performance” is now linked to the idea that education should be accessible to the greatest possible number of people. The effort made in most countries to make education compulsory for all has filled the classrooms with students from very different social and cultural backgrounds. At the same time, standards in the labour market have become more and more demanding in the last 30 years, mainly as a consequence of the implementation and widespread use of new technologies. Additionally, various initiatives have been put forward to assess the factors impacting academic performance (AP), which has become a social and economic concern affecting families and educators alike. The most significant example is the PISA report.

Since then, there have been a number of studies, projects and reports that present different approaches to AP by analysing the factors that have the greatest impact on it. As a general rule, the focus has been placed on either higher, post-compulsory education, to measure the rate of success in choosing the right university degree, or the compulsory stage of secondary education (ESO), to determine how to help students improve their AP throughout this period. This stage of a student's education plays a crucial role in his or her personal development and academic future.

Given the considerable differences in approach between pre-university education (from pre-school to secondary school, including Bachillerato) and university education, we have decided to focus on the stage of education at which students go from primary school to secondary school. Students at this stage have to face two important challenges: the transition between two distinct levels of their education (primary vs. secondary) and the start of the personal changes leading to adulthood. This twofold adjustment is likely to have an effect on the students' performance, which evidences the importance of monitoring their personal and academic progress at this stage.

The main objective of this study is to find ways to improve the AP of students at ESO through Data Mining (by drawing on the students' personal and academic information as well as the results of psychometric tests) and in accordance with the didactic guidelines provided by the Onto-Semiotic Approach (OSA). While this approach is typically applied to research in Mathematics, it can be adapted to any other area of knowledge, as is suggested here. The idea behind this approach is to provide the different school departments with a set of tools to improve instruction and, in turn, the students' AP. The aim is to improve the performance in the mathematical and linguistic objects that are used by students for all subjects throughout ESO and that may have a side effect on their

learning at post-compulsory stages of their education, including college and university. This study is in line with substantial previous research supporting the influence of students' mathematical and linguistic performance on their achievement in other subjects.

Once the area of AP was examined and the Data Mining tools were described, we moved on to the analysis of the teaching-learning process by means of the Onto-Semiotic Approach. Among other things, this approach will provide us with the notion of didactic suitability and with a set of indicators that will enable teachers from the different school departments to monitor the students' academic progress and redirect their actions in the event of a significant deviation.

To complement our analysis, we used Data Mining, which requires a set of data representing the scope of our study. For this purpose, a number of educational programmes were implemented, after approval by the regional Department of Education, to collect all the necessary information regarding the factors impacting the AP of students at secondary school. Subsequently, a set of predictors was established and several Data Mining techniques were applied. As a result, a number of models emerged that allowed us to establish a relationship between the students' actions and the improvement of their AP. Moreover, the use of these techniques helped us to characterise the process of implementation of certain actions by the different school departments.

The final part of this study focuses on the development of a predictive system that enables the different school departments to establish an intervention protocol for each case. The effects of implementing this predictive system have been analysed in terms of didactic suitability as defined by the OSA, which has resulted in a number of indicators. These indicators provide information about the students' academic progress and, as stated above, allow the different school departments to redirect their actions, if necessary, to address a specific deviation.

The main contribution of this study would be the introduction of computational learning to make use of our expertise and Data Mining techniques to develop models that allow instructors to monitor the behaviour of their students and redirect their aptitudes to avoid a potential failure. Similarly, these techniques can be used to generate descriptive models that enable the different school departments to explore and understand the initial data and to identify patterns, relationships and dependencies that have an impact on the students' final results at the end of each term. In short, they will assist in tactical and strategic decision-making and provide teachers with an interpretable predictive tool.

Resumen

A partir de la paz y la posterior recuperación económica conseguida tras la última gran guerra, el término rendimiento académico aparece ligado al hecho de que la educación llegue al mayor número posible de personas. Al tratar de hacerse obligatoria en la mayoría de los países, se ha llevado a las aulas a estudiantes de clases sociales y culturales muy diferentes. Y al mismo tiempo, el grado de exigencia se ha ido incrementando en el mundo laboral de estos últimos 30 años, principalmente, a raíz de la implantación y generalización del uso de las nuevas tecnologías. Por otro lado, han surgido diversas iniciativas – entre las que se ha de destacar el estudio PISA – que tratan de valorar aquellos factores que inciden en el rendimiento académico (RA), pasando a ser una preocupación en lo social o en lo económico, e involucrando a familias y a educadores.

Desde entonces, se han ido realizando distintos estudios, proyectos e informes que abordan diferentes enfoques del RA, analizando los factores que más influyen sobre él. En general, éstos se han ido realizando dirigidos a la Enseñanza Universitaria (no obligatoria), en la que principalmente se trata de detectar si el alumno eligió correctamente su ubicación en la carrera adecuada; o dirigidos a la Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O.), en la cual se trata de detectar “qué es lo que hay que hacer” para que el alumno mejore su RA durante esos cursos académicos. Este nivel de enseñanza es crucial en el desarrollo personal del estudiante y en su futuro académico.

Dado que el enfoque es muy distinto en una enseñanza obligatoria (desde Educación Infantil a la E.S.O., asumiendo también el bachillerato) que en una enseñanza de un nivel universitario, se ha optado por elegir para este estudio el nivel en que el alumno deja el colegio y ha pasado a un instituto de Enseñanza Secundaria. En este caso, el alumno es partícipe de dos situaciones: por un lado un cambio de nivel de enseñanza (salto de primaria a secundaria); y por otro, es un momento de su vida en que experimenta los cambios que le llevan a la fase adulta. Esta doble adaptación afectará probablemente a su rendimiento y es por ello, por lo que se hace imprescindible su seguimiento en lo personal y en lo académico.

El objetivo principal de este trabajo es la búsqueda de la mejora del RA de los estudiantes de la E.S.O. utilizando como herramienta de análisis la Minería de Datos (a partir de la información tanto académica, personal como la de los tests psicométricos) y siguiendo las pautas que nos marca la Didáctica desde un punto de vista que proporciona el Enfoque Onto-Semiótico (EOS). Este enfoque nos viene dado desde la Didáctica de las Matemáticas, pero puede ser adaptado a cualquier otra área (y así será planteado). La idea que se pretende transmitir es la de proporcionar

un sistema que detecte determinados elementos que sirvan a los departamentos didácticos para la mejora del proceso de instrucción y así del RA del alumno. Se busca una mejora en el rendimiento de aquellos objetos (matemáticos o lingüísticos) usados por los alumnos en sus asignaturas a lo largo de la E.S.O., y que puedan afectar de forma colateral a su aprendizaje en otras asignaturas de bachillerato o de la universidad. Son muchas las investigaciones en las que se justifica esa influencia de las matemáticas o de la lengua en el rendimiento del aprendizaje de otras asignaturas, línea que será seguida en este trabajo.

En la Figura 1 mostramos el esquema general del trabajo realizado en el ámbito del RA en la E.S.O.



Figura 1: Esquema de las tareas tratadas en el trabajo

Inicialmente, y estudiado y analizado el campo del RA y descrito el campo de la Minería de Datos, se ha analizado el proceso de enseñanza-aprendizaje y para ello nos hemos centrado en el Enfoque Onto-Semiótico. Este enfoque nos proporcionará, entre otras cosas, la noción de idoneidad didáctica, pudiendo así construir una serie de indicadores que aportarán información de las trayectorias didácticas del alumno y mostrarán, a su vez, si existe una dispersión que llevará a los Departamentos Didácticos a reorientar las acciones realizadas en el caso de que ésta sea alta para alguna de las Trayectorias Didácticas valoradas.

De manera adicional y complementaria, se ha hecho uso de la Minería de Datos para la cual se necesita de un conjunto de datos que represente el campo de estudio. Para ello, se realizaron una serie de proyectos docentes, aceptados por la Consejería de Educación, los cuales permitieron recoger toda la información relevante de los alumnos de centros de Secundaria referidos a los factores que influyen en el RA. A partir de aquí, se definieron una serie de predictores y se aplicaron diferentes técnicas de Minería de Datos. Se obtuvieron distintos modelos que nos relacionan el funcionamiento del alumno con la mejora de su RA. Además, y mediante el uso de estas técnicas,

se ha caracterizado el proceso de aplicación por los departamentos didácticos de determinadas acciones a los estudiantes.

Como parte final, se ha procedido a construir un sistema de predicción que nos sirve como protocolo de asignación de una acción a un alumno por los departamentos Didácticos. Se han obtenido unas consecuencias de la aplicación del sistema predictivo haciendo uso de la noción de idoneidad didáctica según EOS sobre las reglas obtenidas, obteniendo una serie de indicadores. Estos indicadores nos dan información de las trayectorias didácticas del alumno y, a su vez, como comentamos anteriormente, nos muestra si existe una dispersión en las trayectorias valoradas y si se hace necesario, reorientar las acciones realizadas por los Departamentos Didácticos.

La principal aportación que se pretende, es la introducción del aprendizaje computacional para trabajar sobre la experiencia acumulada y obtener modelos con las técnicas de Minería de Datos. Estos modelos mostrarán el comportamiento de los estudiantes, permitiendo al profesor redirigir las aptitudes del alumno, tratando de evitar un posible fracaso. Asimismo, el uso de estas técnicas, genera modelos descriptivos que permiten a los departamentos didácticos, explorar y comprender los datos iniciales e identificar patrones, relaciones y dependencias que impactan en los resultados finales de las evaluaciones. En definitiva, ayudarán en la toma de decisiones tácticas y estratégicas, proporcionando una herramienta de predicción interpretable para el profesor.

Índice de Figuras

1	Esquema de las tareas tratadas en el trabajo	xiv
2.1	Especialización de los hemisferios cerebrales	28
3.1	Fases del proceso del Análisis Inteligente de Datos	70
8.1	Árbol de clasificación Simple-Cart para PLEN-NOM	183
8.2	Árbol de clasificación Simple-Cart para MAT-NOM	184
9.1	Modelo para la predicción entre todas las asignaturas y Lengua sobre CN	199
11.1	Sedimentación de Factores	217
11.2	Dendograma usando vinculación promedio entre grupos (average linkage within groups)	220
11.3	Comportamiento de la suma de las distancias intragrupalas según el tamaño de los clusters en el análisis clusters de atributos	221
11.4	Comportamiento de la suma de las distancias intragrupalas según el tamaño de los clusters en el análisis clusters de instancias con respecto a la acción AcL	222
11.5	Comportamiento de la suma de las distancias intragrupalas según el tamaño de los clusters en el análisis clusters de instancias con respecto a la acción AcM	223
12.1	Tratamiento de la Idoneidad para AcL sobre un alumno incluido en el cluster C1	245

Índice de Tablas

5.1	Proceso de instrucción	102
5.2	Esquema. Enfoque Onto-Semiótico	107
5.3	Categorías, entidades primarias y estados. Sistema de Tareas. Trayectoria Epistémica.	108
5.4	Categorías, entidades primarias y estados. Sistema de Tareas. Trayectoria Docente.	108
5.5	Categorías, entidades primarias y estados. Sistema de Tareas. Trayectoria Discente.	109
5.6	Trayectoria Cognitiva del proceso de estudio.	110
5.7	Nivel de generalidad del Enfoque Onto-Semiótico	111
5.8	Esquema del Análisis de un proceso de instrucción desde el punto de vista del EOS.	112
5.9	Esquema de una Configuración Didáctica.	113
5.10	Idoneidad Epistémica (IdEp): componentes, descriptores e indicadores.	115
5.11	Idoneidad Cognitiva (IdC): componentes, descriptores e indicadores.	116
5.12	Idoneidad Afectiva (IdAf): componentes, descriptores e indicadores.	117
5.13	Idoneidad Interaccional (IdIn): componentes, descriptores e indicadores.	118
5.14	Idoneidad Mediacional (IdMe): componentes, descriptores e indicadores.	119
5.15	Idoneidad Ecológica (IdEc): componentes, descriptores e indicadores.	120
5.16	Idoneidad de Interacciones entre Facetas (IdIeF): componentes, descriptores e indicadores	121
5.17	Idoneidad temporal (IdT): componentes, descriptores e indicadores	122
5.18	Relación entre las Fuentes de Información que se van a construir y las Trayectorias Didácticas	122
7.1	Proyectos docentes realizados en Educación Secundaria	130
7.2	Evolución del volumen de datos	131
7.3	Atributos para la fuente de información DA de resultados académicos. Generalización	132
7.4	Atributos para la fuente de información DA de resultados académicos	133

7.5	Atributos para la fuente de información DP de datos personales	134
7.6	Clasificación de profesiones y estudios	134
7.7	Atributos para la fuente de información DT de datos correspondientes al test AF5	135
7.8	Atributos para la fuente de información DT correspondientes al test BADyG renovado	138
7.9	Atributos para la fuente de información DT correspondientes al test TAMAI-Nivel II	139
7.10	Atributos para la clasificación de los alumnos	140
7.11	Atributos asociados a las instancias (alumnos) del conjunto CA1	141
7.12	Atributos asociados a las instancias (alumnos) del conjunto CA123	143
7.13	Valoración numérica y nominal en los tests	144
8.1	Estadísticos de fiabilidad de los atributos extraídos del fichero de información	181
8.2	Información para la ejecución de la técnica sobre AcL	182
8.3	Modelo obtenido para la acción en Lengua	183
8.4	Modelo obtenido para la acción en Matemáticas	184
8.5	Fiabilidad obtenida para diferentes procedimientos de la librería Weka	185
9.1	Acciones a tomar en Lengua para mejorar Ciencias Naturales	195
9.2	Información para la ejecución de la técnica sobre AcL-CN	195
9.3	Modelo obtenido para AcL-CN	196
9.4	Datos del modelo obtenido para AcM-CN	197
9.5	Resumen de clasificaciones para AcL-CN y AcM-CN	198
9.6	Información para la ejecución de la técnica sobre AcL-CN-Todos	198
9.7	Modelo obtenido para AcL-CN-Todos	199
9.8	Resumen de clasificaciones para AcL-EP y AcM-EP	200
9.9	Resumen de clasificaciones para AcL-IN y AcM-IN	201
9.10	Resumen de clasificaciones para AcL-TE y AcM-TE	201
9.11	Ejemplo de relación Estándares-Competencias. Extracto del Bloque 1 de Educación Física, Condición física orientada a la salud.	202
10.1	Factores seleccionados y rotación ortogonal	208
10.2	KMO y Porcentaje de Varianza Explicada para cada ACCION	210
10.3	Factores y sus Atributos (en general) vs Factores y sus Atributos para RAM	211
11.1	Factores seleccionados y rotación ortogonal	217
11.2	Matriz de factores rotados. Correlaciones de los atributos a los distintos factores	218
11.3	Distribución de las instancias en el cluster de tamaño 5 según la acción asignada a cada una de ellas para AcL	223

11.4	Centroides del cluster de tamaño 5 para AcL	224
11.5	Distribución de las instancias en el cluster de tamaño 7 según la acción asignada a cada una de ellas para AcM	224
11.6	Centroides del cluster de tamaño 7 para AcM	225
12.1	Reglas PART para la acción AcL sobre el cluster de tamaño 5	229
12.2	Reglas PART para la acción AcM sobre el cluster de tamaño 7	229
12.3	Atributos afectados por la acción que mejora una asignatura (AcL-XX, AcM-XX)	237
12.4	Atributos afectados por la acción que mejora una asignatura cuando damos la posibilidad de realizar una acción sobre cualquier otra asignatura (AcL-XX, AcM-XX)	238
12.5	Trayectorias e Idoneidades con los atributos que generan indicadores	241
12.6	Cálculo de Idoneidades a partir de los Centroides del cluster de tamaño 5 para AcL	243
12.7	Cálculo de Idoneidades a partir del Centroide del cluster i para AcL sobre el alumno NA	243

Índice Alfabético

- A.M.P.A.: Asociación de Madres y Padres de Alumnos (España)., 64
- AC: Árboles de Clasificación, 2
- AcL: Acción a Aplicar en Lengua, 139
- AcM: Acción a Aplicar en Matemáticas, 139
- AF5: Test Autoconcepto Forma 5., 126
- AID: Análisis Inteligente de Datos, 69
- AIT: Instituto Asiático de Teconología, 85
- Alfa de Cronbach:En psicometría, el Alfa de Cronbach es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida, y cuya denominación Alfa fue realizada por Cronbach en 1951, 181
- ANN: Redes Neuronales Artificiales, 96
- AXIOMAT: Cuestionario de Búsqueda de Contradicciones., 51
- B.U.P.: Bachillerato Unificado Polivalente, 50
- BADyG: Test Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales., 115
- CART: Classification and regression trees, 94
- CI: Cociente Intelectual, 18
- CN: Ciencias Naturales, 141
- CS: Ciencias Sociales, 141
- CTU: Can Tho University, 85
- Dendograma: Es una representación gráfica o diagrama de datos en forma de árbol que resume el proceso de agrupación/división de los datos o sus atributos. Los elementos similares se conectan mediante enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre ellos, 220
- E.G.B.: Educación General Básica, 50
- E.S.O.: Educación Secundaria Obligatoria., 1
- EF: Educación Física, 141
- EOS: Enfoque Onto Semiótico, 2
- EP: Educación Plástica, 141
- F.P.: Formación Profesional, 95
- F2: Francés, 141
- GPA: Grade Point Average, 96
- GPL: General Public License, 82
- IA: Inteligencia Artificial, 25
- IEA: International Association for the Evaluation of Educational Achievement., 13
- IM: Inteligencias Múltiples, 4
- IM: Múltiples Inteligencias, 23
- IN: Inglés, 141

- INCE: Instituto Nacional de la Calidad en Educación., 14
- INECSE: Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo., 13
- INEE: Instituto Nacional de Evaluación Educativa., 14
- INES: Indicadores Internacionales de la Educación., 13
- IQ: CI, en alemán Intelligenz-Quotient, IQ, 38
- IRE: Índice de Riesgo Educativo, 36
- KDD: Knowledge Discovery in Databases, Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos, 82
- KMO: Medida de la adecuación muestral (Kaiser-Meyer-Olkin) para contrastar si las correlaciones parciales entre variables son suficientemente pequeñas, 207
- L.O.E.: Ley Orgánica de Educación, 13
- LEN: Lengua Castellana, 141
- LOGSE: Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo, 14
- MAT: Matemáticas, 141
- MD: Minería de Datos., 3
- MEC: Ministerio de Educación y Ciencia, 53
- MU: Música, 141
- NSE: Nivel Socio Económico., 36
- OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 12
- P.A.T.: Plan de Acción Tutorial, 63
- PART: En WEKA, clase para generar una lista de decisiones PART. Usa y vencerás separada. Construye un árbol de decisión C4.5 parcial en cada iteración y extrae el “mejor” de la hoja en una regla, 228
- PEB: La Prueba de Esfericidad de Barlett contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, en cuyo caso no existirían correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial no sería pertinente, 207
- PIRLS: Progress in International Reading Literacy Study. O sea, Progress in International Reading Literacy Study, 13
- r: Coeficiente de correlación., 74
- RA: Rendimiento Académico, 2
- RO: Regresión Ordinal, 94
- T.A.M.A.I.: Test Autoevaluativo Multifactorial de Adaptación Infantil., 50
- TAD: Teoría Antropológica de lo Didáctico, 2
- TE: Tecnología, 141
- TFS: Teoría de las Funciones Semióticas, 4
- TIMSS: Estudio Internacional de Tendencias en Matemática y Ciencias., 13
- TSD: Teoría de las Situaciones Didácticas, 2
- UE: Unión Europea, 15
- UPV: Universidad Politécnica de Valencia, 84
- WEKA: Es un conjunto de librerías JAVA para la extracción de conocimientos desde bases de datos. Su software ha sido desarrollado en la universidad de Waikato (Nueva Zelanda) bajo licencia GPL (GPL: General Public License), 82

Introducción

1.1 Motivación y Definición del problema

Nuestra sociedad actual ha llevado a las aulas a estudiantes de clases sociales y culturales muy diferentes, a la vez que el grado de exigencia se ha ido incrementando en el mundo laboral de estas últimas décadas, principalmente, a raíz de la implantación y generalización del uso de las nuevas tecnologías. Se ha hecho imprescindible tratar de valorar los factores que inciden en el rendimiento académico, pasando a ser una preocupación en lo social o en lo económico, e involucrando a familias y a educadores.

Por este motivo, el objetivo principal que se propone en este trabajo es la búsqueda de la mejora del rendimiento académico de los estudiantes de la E.S.O. utilizando técnicas de Minería de Datos que establezcan modelos a partir de la información aportada por sus bases de conocimiento ayudando así a evitar una situación de fracaso.

Una vez conseguido esto, se podría tratar de buscar una mejora en el rendimiento de aquellos objetos (matemáticos o lingüísticos) usados por los alumnos en sus asignaturas a lo largo de la E.S.O., y que puedan afectar de forma colateral a su aprendizaje en otras asignaturas de bachillerato o de la universidad. Son muchas las investigaciones en las que se justifica esa influencia de las matemáticas o de la lengua en el rendimiento del aprendizaje de otras asignaturas. El enfoque didáctico en el que se desarrolla ese aprendizaje podría ser modificado, resaltando y reforzando esos objetos utilizados. De esta manera, se puede conseguir una mejora sustancial en el aprendizaje de las asignaturas afectadas por un anómalo conocimiento de las herramientas matemáticas y lingüísticas detectadas. Pero este no va a ser el enfoque principal. Esa podría ser una consecuencia de este trabajo.

1.2 Objetivos propuestos

Los objetivos que nos planteamos se encuentran centrados en el Rendimiento Académico. El **Objetivo global** de la tesis es establecer modelos que nos permitan la mejora del Rendimiento Académico (RA) de los alumnos de E.S.O., haciendo uso de técnicas de Minería de Datos (MD), basados en el enfoque Onto–Semiótico de la Didáctica de las Matemáticas a nivel de conocimiento y que sirvan de ayuda a los Departamentos Didácticos de un Instituto de Enseñanza Secundaria en la toma de decisiones.

A continuación vamos a describir los objetivos específicos que nos hemos propuesto y que vamos a desarrollar en los siguientes capítulos de este documento:

- **Objetivos Parciales (fases de la elaboración):**

1. Conocer el estado del conocimiento del problema planteado.
 - Conocer qué es el rendimiento y, en particular, el RA.
 - Qué proyectos, estudios e informes evalúan el RA.
 - Identificar los factores que más influyen sobre el RA, otros factores y estudios relacionados.
 - Recordar brevemente qué es la Minería de Datos y los tipos de técnicas que se manejan.
 - Mostrar algunos estudios que relacionan la MD y el RA.
2. Conocer como surge el conocimiento durante el proceso de aprendizaje.
 - Justificar la extracción de conocimiento y para ello explicar
 - * como se adquiere el conocimiento (proceso de enseñanza–aprendizaje); Teorías;
 - * como se desarrolla este proceso de aprendizaje; qué es la didáctica; Teorías recientes: Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD); Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD); Enfoque Onto Semiótico(EOS).
 - * Modelos teóricos: Trayectorias EOS. Idoneidad.
 - Justificar la extracción de conocimiento haciendo uso de la MD.
3. Proceder a la extracción de conocimiento haciendo uso de la MD.
 - Comentar y explicar como se van a contruir los conjuntos de datos sobre los que aplicar MD; tipos de datos; preprocesamiento de datos; tests psicométricos que se van a usar.
 - Describir un primer modelo para estimar qué acciones realizar sobre los alumnos buscando la mejora del RA; cuales van a ser los mejores predictores obtenidos y los Árboles de Clasificación (AC).

- Describir un segundo bloque de modelos en el que explicar la relación de la lengua y las matemáticas con el resto de asignaturas; Árboles de clasificación.
 - Tras la realización de un análisis factorial, se comprobará
 - * si los atributos que aparecen en los modelos obtenidos pertenecen necesariamente a determinados factores;
 - * y si existen unos atributos predominantes que en cada modelo puedan describir así mismo esos factores,permitiendo de esta manera que los modelos sean aplicables.
 - Realizar un análisis cluster y de componentes principales para llegar hacia un sistema predictivo.
 - * Aplicar un cluster jerárquico y realizar un análisis para caracterizar el proceso de aplicación de las acciones por los departamentos didácticos.
 - * Tras realizar un análisis de resultados, diseñar un sistema de predicción para obtener Reglas.
4. Construir un sistema de predicción.
 5. Consecuencias del uso del sistema predictivo: noción de idoneidad didáctica según EOS sobre las reglas obtenidas.
 6. Comentar un ejemplo de una futura aplicación.

1.3 Organización de la memoria

El presente documento está organizado en tres partes y cada parte se encuentra dividida en capítulos. A continuación vamos a describir de forma breve el contenido de cada una de ellas.

Tras una leve introducción en el primer capítulo, en una **primera parte**, se presenta el “estado del conocimiento”, tratando en el segundo capítulo, conceptos como rendimiento o rendimiento académico. Se considerarán distintos proyectos que lo evalúan, y algunos de los factores y teorías contemporáneas que influyen. Se destacará la Teoría de la Inteligencias Múltiples y, en particular, la Inteligencia Lógico-Matemática y la Inteligencia Lingüística.

En el capítulo tercero, se hará un repaso de los conceptos que permiten introducir la MD como tal, y en el cuarto capítulo se hará un breve recorrido por aquellos estudios más relacionados con el objetivo de este trabajo y que han hecho uso de las técnicas de MD buscando la mejora del rendimiento académico de los alumnos.

A continuación, se abre una **segunda parte** dedicada a dar una “base teórica sobre la que surge el conocimiento”. Así en el quinto capítulo, se establecerán aquellas teorías contemporáneas que influyen sobre el rendimiento: Teorías referidas a la Inteligencia, al Aprendizaje del alumno o a la

Didáctica que se aplica a ese aprendizaje. Todas ellas aportan un enfoque que fundamentado en la TFS, permitirá justificar el uso de las técnicas de Minería de Datos, tema que será tratado en el sexto capítulo.

Abriendo una **tercera parte**, en la que se plantea “la extracción de conocimiento”, el séptimo capítulo, describirá los conjuntos de datos utilizados en la extracción de conocimiento y su preparación para la MD. En el octavo capítulo se justificará la búsqueda de predictores del rendimiento de los estudiantes en matemáticas y en lengua, persiguiendo la mejora de su rendimiento al utilizar técnicas de Minería de Datos y estableciendo en su caso unas consecuencias.

En el noveno capítulo, a partir de un análisis cluster y de componentes principales, se establecerá un sistema predictivo a partir de los modelos obtenidos, para caracterizar el proceso de aplicación por los departamentos didácticos de determinadas acciones a los estudiantes.

Tras analizar los resultados obtenidos por el sistema de predicción, y como **consecuencia** de ello, las trayectorias docente y discente implicadas en el proceso de aprendizaje del alumno se verán afectadas. Ello denotará cambios en su proceso de estudio en aquel o aquellos aspectos en los que se haya detectado alguna anomalía o sean susceptibles de mejora.

Este sistema de predicción permitirá valorar el análisis hecho a lo largo de todo el proceso institucional de estudio: En un tema, en una evaluación o en todo un curso. En particular, y para no extenderse en su desarrollo, este trabajo se ha centrado en el análisis que a lo largo de todo un curso académico podría extraerse de la valoración del aprendizaje de un alumno en las asignaturas de matemáticas y lengua, pero que en un futuro podría ser extendida a cualquier asignatura.

Es de destacar que la visión que se plantea trata de hacer olvidar el enfoque que proporciona la escuela tradicional, buscando el tratamiento individualizado que propugna la Pedagogía Activa o Escuela Nueva al hacerse eco de la Teoría de las Inteligencia Múltiples (IM) y fundamentada en la Teoría de las Funciones Semióticas (TFS) de Didáctica de las Matemáticas (enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática).

Parte I

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

El Rendimiento Académico

“Educar no es dar carrera para vivir, sino templar el alma para las dificultades de la vida”. Pitágoras.

2.1 El Rendimiento

2.1.1 Diferentes acepciones del término Rendimiento

Siempre que se ha escuchado o usado la palabra rendimiento nos ha sugerido una ganancia, una renta, un producto, respeto, atención o consideración. Es un vocablo que hace su aparición en los textos escritos hacia 1580, como derivado del verbo rendir, siendo la etimología del verbo rendir procedente del latín REDDERE (devolver, entregar), y aparece alterado vulgarmente en RENDERE bajo el influjo del contrapuesto PRENDERE, [Corominas, 2000].

Según el diccionario enciclopédico Larousse 2000, [Larousse, 1998], admite numerosos usos dependiendo del contexto donde es aplicado. Así el rendimiento se puede entender entre otras muchas, de las siguientes maneras:

1. Producto o utilidad que da una persona o una cosa en relación con lo que gasta, cuesta, trabaja, etc. “Compara el ruidoso triunfo del deportista con el rendimiento cotidiano y gris de la labor provechosa”.
2. Sumisión, subordinación, humildad: A los soldados ordenó Cortés que viniesen y respetasen con mayor solicitud y rendimiento a Moctezuma.
3. Amabilidad con que una persona trata a otra, procurando servirla o complacerla: los rendimientos y las diferencias de que era objeto los podía atribuir a su mérito propio.

4. Vencer, sujetar, obligar a las tropas, plazas, embarcaciones enemigas, etc., a que se entreguen.
5. Sujetar, someter algo al dominio de alguien.
6. Dar a alguien lo que le toca, o restituirle aquello de que se le había desposeído.
7. Dicho de una persona o de una cosa: Dar fruto o utilidad.
8. Cansar, fatigar, vencer. U. t. c. prnl. Se rindió de tanto trabajar.
9. Vomitar o devolver la comida.
10. Junto con algunos nombres, toma la significación del que se le añade. Rendir gracias, agradecer; rendir obsequios, obsequiar.
11. Entregar. Rindió el alma a Dios.

Admite interpretaciones en áreas muy diversas.

En *Agricultura*, es el peso o volumen de una cosecha referido a la unidad de superficie, por lo que genera la hectárea.

En la *Industria Cárnica*, es la relación entre los pesos bruto y neto de una res (Rendimiento de matadero).

En *Derecho Fiscal*, es el rendimiento de capital, contraprestación, cualquiera que sea su denominación o naturaleza, que proviene directa o indirectamente de elementos patrimoniales, bienes o derechos, cuya titularidad corresponde al sujeto y no se hallan afectos a actividades empresariales, profesionales o artísticas realizadas por el mismo.

En *Rendimiento de Trabajo*, contraprestación, cualquiera que sea su denominación o naturaleza, que derive exclusivamente del trabajo personal del sujeto pasivo.

En *Economía Política*, es la capacidad de transformar los bienes de forma que aumente su cantidad o su utilidad. O la relación entre la cantidad de un producto y la de los factores utilizados para su producción.

En *Fisiología*, es el rendimiento energético, relación entre la energía que consume un órgano y la que libera.

En *Química*, es el cociente entre el número de moles (moléculas gramo) realmente obtenidas y el número total que se hubiera obtenido si la reacción hubiera sido total.

En *Tecnología*, es la relación entre la energía u otra magnitud que libera una máquina y la que consume.

En *Marinería*, terminar, llegar al fin de una bordada, un crucero, un viaje, etc. O, dicho de un palo, de un mastelero o de una verga: Romperse o henderse.

El Rendimiento Académico, también denominado rendimiento escolar, es definido por la Enciclopedia de Pedagogía/Psicología, [El Tawab, 1997], de la siguiente manera: “el rendimiento es una relación entre lo obtenido y el esfuerzo empleado en obtenerlo. Es un nivel de éxito en la escuela, en el trabajo, etc”,....al referirnos al aspecto dinámico de la institución escolar.(..)

Pensando en la visión que se abre ante los ojos de un alumno y tras apreciar ese amplio abanico de posibilidades que admite en la vida cotidiana el uso del término rendimiento, más que preguntarnos por la coherencia del correcto uso de este vocablo, interesa su eficiente puesta en práctica. Siempre se trata de buscar el buen rendimiento en casi todos los aspectos de la vida. Desde pequeño al niño se le inculca el lado positivo, el hacer bien sus primera tareas, ya sea en casa, ya sea en el juego, ya sea en la escuela. Se le infunde esa actitud de eficiencia, para que en un futuro también lo sea la labor que desarrolle en la sociedad en la que se desenvuelva. Él ve (o se le hace ver) la eficiencia o la ineficiencia de sus actuaciones plasmada en infinidad de hechos diarios. Así, se hace imprescindible el control de este rendimiento desde su paso por el centro escolar, hasta su marcha e integración en la vida laboral, donde también se le exigirá un rendimiento.

2.1.2 Definiciones acerca del Rendimiento Académico

Sabemos, que en términos de calidad de educación, todo proceso educativo busca permanentemente mejorar el aprovechamiento del alumno. En este sentido, la variable dependiente clásica en la educación escolarizada es el rendimiento o aprovechamiento escolar [Kerlinger, 1988].

El problema del rendimiento escolar se resolverá de forma científica cuando se encuentre la relación existente entre el trabajo realizado por el maestro y los alumnos, de un lado, y la educación (es decir, la perfección intelectual y moral lograda por éstos) de otro”, “al estudiar científicamente el rendimiento, es básica la consideración de los factores que intervienen en él. Por lo menos en lo que a la instrucción se refiere, existe una teoría que considera que el Rendimiento escolar se debe predominantemente a la inteligencia; sin embargo, lo cierto es que ni siquiera en el aspecto intelectual del Rendimiento, la inteligencia es el único factor”, “... al analizarse el Rendimiento escolar, deben valorarse tanto los factores ambientales como la familia, la sociedad y el ambiente escolar”, [El Tawab, 1997], pág 183.

Es pertinente dejar establecido que aprovechamiento escolar no es sinónimo de RA. El RA o escolar parte del presupuesto de que el alumno es responsable de su rendimiento. En tanto que el aprovechamiento escolar, está referido, más bien, al resultado del proceso enseñanza-aprendizaje, de cuyos niveles de eficiencia son responsables tanto el que enseña como el que aprende.

Además el RA es entendido por Pizarro, [Pizarro, 1990], como una medida de las capacidades respondientes o indicativa que manifiestan, en forma estimativa, lo que una persona ha

aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación. El mismo autor, ahora desde una perspectiva propia del alumno, define el R como una capacidad respondiente de éste a estímulos educativos, susceptible de ser interpretado según objetivos o propósitos educativos pre-establecidos. Este tipo de RA puede ser entendido en relación con un grupo social que fija los niveles mínimos de aprobación ante un determinado cúmulo de conocimientos o aptitudes [Carrasco, 1985]. Según Herán y Villarroel, [Herán and Villarroel, 1987], el RA se define de forma operativa y tácita afirmando que se puede comprender el Rendimiento escolar previo como el número de veces que el alumno ha repetido uno o más cursos.

Por su lado, en [Kaczynska, 1986] se afirma que el RA es el fin de todos los esfuerzos y todas las iniciativas escolares del maestro, de los padres de los mismos alumnos; el valor de la escuela y el maestro se juzga por los conocimientos adquiridos por los alumnos.

En tanto, en [Nováez, 1986] se sostiene que el RA es el quantum obtenido por el individuo en determinada actividad académica. El concepto de rendimiento está ligado al de aptitud, y sería el resultado de ésta, en factores volitivos, afectivos y emocionales, además de la ejercitación.

En [Chadwick, 1979] define el RA como la expresión de las capacidades y de características psicológicas del alumno desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza aprendizaje que le posibilita obtener un nivel de funcionamiento y logros académicos a lo largo de un período o semestre, que se sintetiza en un calificativo final (cuantitativo en la mayoría de los casos) evaluador del nivel alcanzado.

2.1.2.1 Características del RA

En [García and Palacios, 1991], después de realizar un análisis comparativo de diversas definiciones del rendimiento escolar, se concluye que hay un doble punto de vista, estático y dinámico, que atañen al sujeto de la educación como ser social. En general, el rendimiento escolar es caracterizado del siguiente modo:

- a) El rendimiento en su aspecto dinámico responde al proceso de aprendizaje, como tal está ligado a la capacidad y esfuerzo del alumno;
- b) en su aspecto estático comprende al producto del aprendizaje generado por el alumno y expresa una conducta de aprovechamiento;
- c) el rendimiento está ligado a medias de calidad y a juicios de valoración;
- d) el rendimiento es un medio y no un fin en sí mismo;
- e) el rendimiento está relacionado a propósitos de carácter ético que incluye expectativas económicas, lo cual hace necesario un tipo de rendimiento en función al modelo social vigente.

2.2 Estudios sobre el Rendimiento Académico

2.2.1 Introducción

El rendimiento va a verse afectado siempre por determinados factores que influyen en su resultado, valorándose **un antes y un después**. Por ejemplo, en el proceso de manipulado y transformación de la caña de azúcar, “el rendimiento es un valor que se obtiene de análisis físico-químicos practicados a muestras, tanto de la caña cultivada como de la sacarosa producto del procesamiento de la caña”, [Pérez, 2005]. De forma análoga, el buen rendimiento académico de los alumnos es una de las metas que todo docente debe contemplar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de manera que se oriente a la obtención de resultados satisfactorios. De acuerdo con Andrade, [Andrade et al., 2001], “el rendimiento académico se define como la medida de las capacidades respondientes o indicativas que manifiestan, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación”. Sin embargo los alumnos pueden recibir un excelente proceso de formación y no mostrar un rendimiento académico concomitante con el mismo, debido a que éste se verá influenciado por otros factores tales como hábitos de estudio, aprovechamiento de las actividades realizadas por los docentes, utilización de recursos, conducta de los profesores ante su proceso de aprendizaje, entre otros.

Medir el rendimiento de un alumno podría también considerarse equivalente a medir su índice de fracaso. En la memoria “Factores determinantes del bajo rendimiento académico en educación secundaria”, [González, 2003], se comentan diferentes enfoques teóricos que han permitido interpretar el fenómeno del fracaso escolar, analizar los mecanismos generadores de mismo y determinar sus causas. Se dice en ella, que “el fracaso escolar no tiene una única causa, ni tan siquiera un conjunto claramente definido actuando de forma conocida, sino que las diferentes causas que se hipotetizan parecen variar en función del contexto del estudio”. Y concluye diciendo que tras la revisión de las principales investigaciones cuya pretensión es identificar los factores que inciden sobre el rendimiento, podríamos aventurarnos a agrupar dichas causas en tres categorías principales de factores:

Factores Escolares. Son muy estudiados en la literatura de las escuelas eficaces, [Creemers and Scheerens, 1989; Gómez Dacal, 1992; Good and Brophy, 1986; Purkey and Smith, 1983, 1985]. Parecen tener más influencia en el rendimiento académico variables de carácter procesual y funcional (clima escolar, p.e.) frente a variables estructurales (recursos materiales).

Factores Personales. Son el primer tipo de variables que se estudiaron en relación con el rendimiento. Destacan como más relevantes la inteligencia (presenta relaciones moderadas y muy variables con el rendimiento, [Álvaro, 1990; Brengelmann, 1975; Rodríguez, 1982]), la motivación (muy relacionada con las atribuciones causales y asociada positivamente con el rendimiento,

[INCE, 1976; Marsh, 1984; Pelechano, 1977, 1989; Weiner, 1986]) y el autoconcepto (asociado alta y significativamente con el rendimiento, [Marsh, 1984, 1990; Song and Hattie, 1984]).

Factores Contextuales. Los resultados de este tipo de investigaciones parecen ser más contradictorios. Por una parte, el nivel sociocultural parece influir de forma decisiva en el rendimiento, [Carabaña, 1979; De Miguel, 1988; Fraser, 1987; Yela, 1976], entre otros, mientras que, por otra parte, no se encuentran relaciones y cuando se dan son muy bajas, [Pelechano, 1977, 1989].

A nivel universitario, diversos estudios se plantean cuáles pueden ser las variables que afectan al rendimiento del alumnado, [Doran et al., 1991; Barroso et al., 2004]. Se presentan variables de diverso tipo que afectan al rendimiento, como son las habilidades y destrezas que presenta ya, el interés sobre la asignatura, la capacidad de comunicación, [Arquero et al., 2003], las calificaciones obtenidas en cursos anteriores, [Barroso et al., 2004], número de asignaturas aprobadas en el primer curso de carrera, [Doran et al., 1991].

Estudios llevados a cabo por, [Vélez-Van and Roa, 2005], con alumnos universitarios en Colombia; [Carrión, 2002, Enero-Marzo] en Cuba; [Valle et al., 1999] en la Universidad de la Coruña, en España y [Montero and Villalobos, 2004] en Costa Rica, ha abordado el tema del rendimiento académico a partir de variables cognitivas, emocionales y socioeconómicas, entre las que se incluyen resultados de la educación secundaria, pruebas de Estado, el examen de ingreso a la universidad, las pruebas de aptitudes intelectuales, los factores psicosociales (consumo de alcohol y otro tipo de sustancias), rasgos de la personalidad y factores relacionados con el estado emocional hacia el estudio, calificaciones obtenidas, composición familiar, los hábitos de estudio y el nivel económico de los padres. Para que los estudios del rendimiento académico sean útiles, es importante identificar el tipo de influencia entre las variables por considerar.

2.2.2 Proyectos que evalúan el Rendimiento Académico

En la actualidad, existen diferentes proyectos en los que se evalúa el rendimiento de los alumnos valorando su competencia en Lengua, en Matemáticas y en otras asignaturas.

- PISA, acrónimo de “Programme for International Student Achievement”, es un estudio internacional comparativo de evaluación del rendimiento del alumnado puesto en marcha por la OCDE y en el que participa España. Trata de medir el grado en que los jóvenes de 15 años - que, por tanto, se acercan al final de su escolaridad obligatoria - se encuentran preparados para enfrentarse a los retos de la vida adulta.

PISA examina las competencias en lectura, matemáticas y ciencias. En cada ciclo de PISA se examinan siempre estas tres competencias pero tomando una de ellas con especial relevancia: en PISA 2000 la competencia examinada con mayor énfasis fue la lectura; en PISA

2003, las matemáticas; en PISA 2006, las ciencias; en PISA 2009, de nuevo la lectura; y en PISA 2012, de nuevo las matemáticas (INECSE).

- En España, el Instituto de Evaluación es la nueva denominación establecida por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (L.O.E.) para el antiguo INECSE (Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo, en su artículo 142.) dependiente de la Secretaría General de Educación y Formación Profesional dentro del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Emite anualmente un informe de evaluación de la E.S.O., en el que se valoran entre otros aspectos el nivel en Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas, Ciencias Sociales, Geografía e Historia y Ciencias de la Naturaleza. Esto mismo ocurre en la mayor parte de los estudios que cada país realiza evaluando el estado de sus enseñanzas en niveles anteriores a la Universidad, [Martín, 2002]. En todos estos estudios se analizan, a parte de los niveles en Lengua Castellana, Matemáticas y Ciencias, otros factores de carácter psicométrico relacionados con el alumno. Esto es, su entorno **escolar, familiar y personal**.
- A finales de los 70, el número de estudios se incrementa debido a la difusión de las nuevas tecnologías, incluyendo mediciones nacionales, técnicas estadísticas, facilidades de cómputo y mecanismos de compensación. Los primeros trabajos realizados por la International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) se remontan a hace más de cuarenta años, ya que fueron iniciados inmediatamente después de su creación en 1959. A lo largo de estos años, la IEA ha desarrollado estudios en áreas académicas muy diversas, tales como la lectura, la escritura, las matemáticas, las ciencias, la educación preescolar, la educación cívica o las nuevas tecnologías, [Degenhart, 1990].
- Entre los estudios desarrollados durante los últimos años, y aún en la actualidad, por la IEA cabe destacar el Tercer Estudio Internacional en Matemáticas y Ciencias (TIMSS). Así mismo, el Estudio Internacional sobre el Progreso en Comprensión Lectora (PIRLS) ha sido diseñado para medir la evolución del rendimiento lector de los alumnos, [Tiana and Gil, Enero-Abril, 2002].
- En la década de los ochenta, la O.C.D.E. retomó la idea y puso en marcha el Proyecto denominado INES, de Indicadores Internacionales de la Educación, que ha alcanzado un eco considerable. Hasta el momento, el proyecto ha producido tres volúmenes de indicadores bajo el nombre de “Education at a Glance / Regards sur l’éducation”, un conjunto de publicaciones de carácter teórico-práctico que incluye las visiones más actuales sobre la construcción y el cálculo de indicadores en diversos dominios educativos, además de originar una amplia red de especialistas y un conjunto relevante de conocimientos, [CERI, 1994].

2.2.3 Informes de estos últimos años sobre el Rendimiento Académico en España

Estos proyectos que acabamos de comentar tienen en cuenta una serie de indicadores que han sido establecidos por ley y que permiten una valoración de nuestra situación académica. En la década de los setenta se empezó esta valoración desde un punto de vista más bien económico. Poco a poco, se han ido añadiendo otros indicadores que han mejorado la percepción global de nuestro sistema de enseñanza. Veamos algunos de estos casos a nivel nacional y regional.

- El artículo 62 de la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) abordaba el tema de la evaluación del sistema educativo, que confiaba al Instituto Nacional de Calidad y Evaluación (INCE, ahora denominado INEE, Instituto Nacional de Evaluación Educativa). Para desarrollar lo dispuesto en la LOGSE, el 18 de junio de 1993 se aprobó el Real Decreto 928/1993, por el que se regulaba el INCE, y en el cual se especificaban con mayor detalle sus funciones, la composición y atribuciones de sus órganos de gobierno y los principios básicos de su organización. Entre las funciones atribuidas al INCE se encuentra la de elaborar un sistema estatal de indicadores que permita evaluar el grado de eficacia y de eficiencia del sistema educativo (artículo 3.3). La primera versión del sistema estatal de indicadores vio la luz en el año 2000, [INCE, 2002].

En uno de sus últimos trabajos, se puede comprobar que la evolución del porcentaje de población en edad escolarizable (hasta los 29 años), ha pasado del 49 % en 1986 al 37 % en el año 2000, siendo ese año el PIB por habitante un 128 % del correspondiente a 1996, [INE, 2001; INCE, 2001].

Por otro lado, en el estudio PISA 2006, si se considera el porcentaje de alumnos en los diferentes niveles de *competencia en lectura (de 0 a 500)*, se observa que hay menos alumnos en los niveles altos y bajos, situándose la mayoría de ellos en los niveles medios. En los niveles más altos de competencia lectora, 4 y 5, se sitúa el 14.4 % de los alumnos españoles, frente a un 29.3 % de promedio para los países miembros de la OCDE. Por tanto, España tiene la mitad de los alumnos que la OCDE situados en este nivel. En los niveles <1 y 1, los de más baja competencia, se sitúa el 25.7 % de los alumnos españoles frente al 20.1 % de los países de la OCDE. El 59.9 % de los alumnos españoles se concentra en los dos niveles intermedios, 2 y 3, porcentaje más elevado que el del promedio de la OCDE que se sitúa en el 50.5 %, [INCE, 2007].

También en este estudio PISA, los resultados del rendimiento en Matemáticas están referenciados a una media de los países de la OCDE de 498 puntos y una desviación típica de 92. La distribución de puntuaciones individuales en Matemáticas ha sido dividida en siete niveles de rendimiento. Los resultados de los alumnos españoles se caracterizan por una cierta

homogeneidad. Hay menos alumnos con rendimientos muy altos o muy bajos, situándose la mayoría de ellos en los niveles intermedios. En los niveles 5 y 6 de competencia matemática, los más altos, se sitúa un 7.3 % de los alumnos españoles; mientras que el promedio de los países miembros de la OCDE muestra un 13.3 % de alumnos en dichos niveles. Por lo tanto, España tiene relativamente pocos alumnos con resultados excelentes en Matemáticas en comparación con los países de la OCDE. En los niveles <1 y 1, los de más bajo rendimiento matemático, se sitúa un 24.7 % de los alumnos españoles frente al 21.3 % de los pertenecientes a los países de la OCDE. Como resultado, *España tiene un porcentaje de alumnos con resultados bajos en Matemáticas ligeramente mayor que el conjunto de países de la OCDE*. El grueso de los alumnos españoles, 68.2 %, se concentra en los tres niveles intermedios, 2, 3 y 4, porcentaje más elevado que el de la mayoría de los países y el promedio de la OCDE (65.3 %), [INCE, 2007].

En el PISA 2012 se han evaluado alrededor de 510000 alumnos de 65 países, 34 de los cuales son miembros de la OCDE. En España, la prueba de PISA se llevó a cabo en 14 comunidades entre abril-mayo de 2012 y ha evaluado a 25313 alumnos de 15 años, de los 373691 alumnos que hay en esa edad en España. En el caso de la Región de Murcia, fueron sometidos a este examen 1375 alumnos de 52 centros (39 públicos y 13 privados).

- Dentro de nuestra Región, aparecía hace unos meses en un medio de comunicación este comentario: «Es necesario poner en marcha cambios para mejorar, porque los resultados no son buenos». Era así como reaccionaba el consejero de Educación, Universidades y Empleo, D. Pedro Antonio Sánchez López, el pasado 3 de diciembre de 2013 (La Verdad de Murcia) tras conocer los resultados del informe PISA, que colocaba a los alumnos de 15 años de la Región a la cola de España.

Estos alumnos de 15 años de la Región de Murcia han obtenido los peores resultados de España en Ciencias y la segunda peor calificación por comunidades autónomas en lo que respecta a las disciplinas de Matemáticas y Comprensión Lectora, según los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos (PISA) de 2012. En concreto, los alumnos murcianos han obtenido una calificación de 479 puntos en el ámbito de las Ciencias, por debajo de la media española de 496 puntos, y alejados igualmente tanto de la media de la Unión Europea de 497 puntos y de la media de los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) que obtuvieron 501 puntos. En lo que respecta a las matemáticas, los alumnos murcianos obtuvieron una calificación de 462 puntos, el segundo peor resultado por comunidades autónomas, sólo superior al obtenido por Extremadura (461), y por debajo tanto de la media nacional (484) como de la media de los países de la UE (489) como del promedio de la OCDE (494).

La Región de Murcia se presentó por primera vez en 2009 a la evaluación del informe PISA y, en ese momento, se realizó la prueba de autoevaluación a 1321 alumnos de la Región pertenecientes a 51 centros, 36 de ellos públicos y 15 privados. Los alumnos murcianos obtuvieron en aquella ocasión 474 puntos en Matemáticas, 12 más que en 2012, mientras que la calificación en Lectura fue de 480 (18 puntos más que este año) y 484 puntos en Ciencias (5 puntos más que en 2012)

Queda patente, según estos indicadores, que desde un punto de vista socioeconómico, en nuestro país, la calidad de vida había mejorado notablemente hasta la crisis actual (en la que estamos inmersos), pero no así, los resultados del rendimiento en dos asignaturas cuyas competencias son clave: lengua y matemáticas.

Por otro lado, habría que tener en cuenta al analizar los resultados del informe PISA, que

- ninguna reforma que se plantee, debe basarse en un único estudio;
- es útil para reflexionar sobre enseñanza;
- tiene un valor meramente informativo;
- y sus resultados no son determinantes, sino orientativos;

En definitiva, se debe leer solo como una herramienta informativa.

Para terminar con este apartado, comentar que el presidente del Real Instituto Elcano, D. Emilio Lamo de Espinosa, en una entrevista al diario ABC con fecha del 5 de agosto del año 2014, dice al respecto: “Aunque estos resultados no son todo lo buenos que deseáramos, se ha de tener en cuenta que cuando se habla de resultados PISA en España se está midiendo una media de España, que es un país muy grande, y lo que encuentras cuando desagregas es que, de Madrid para el norte, la media de PISA es de las mejores del mundo, y de Madrid hacia el sur, baja. Pero eso significa que a niveles de financiación muy parecidos y con sistemas educativos muy parecidos los resultados son muy distintos, y eso te hace sospechar que el nivel de PISA tiene que ver probablemente, más que con las escuelas, con el nivel cultural general de la población. No puede ser casualidad que las zonas de España que se alfabetizaron primero, como es todo el norte de España, Castilla, etcétera, son zonas con resultados PISA muy buenos, y que las zonas de España que se alfabetizaron más recientemente, casi en la segunda mitad del siglo XX, tienen resultados muy negativos. Lo que parece indicar que no son fallos escolares, sino déficits culturales globales, códigos lingüísticos restringidos y limitados. No tengo una opinión tan negativa sobre el sistema educativo, como no la tengo tampoco sobre la universidad”.

2.3 Principal factor que afecta al Rendimiento Académico: la Inteligencia

“El cerebro no es un vaso por llenar, sino una lámpara por encender”. Plutarco.

2.3.1 Introducción

El Rendimiento escolar se debe predominantemente a la **inteligencia**. La inteligencia de una persona está formada por un conjunto de variables como la atención, la capacidad de observación, la memoria, el aprendizaje, las habilidades sociales, etc., que le permite enfrentarse al mundo diariamente. El rendimiento que se obtiene de nuestras actividades diarias depende en gran medida de la atención que se les presta, así como de las capacidades de concentración que manifestemos en cada momento. Pero hay que tener en cuenta que, para que llegue a ser un rendimiento adecuado intervienen muchas otras funciones como son, por ejemplo, un estado emocional, una buena salud psico-física o un nivel de activación normal.

Es por ello que, en este apartado, se dan a conocer brevemente algunas de las bases teóricas que dan sustento al presente trabajo y que se ha dividido en varias secciones. En una primera sección, se habla de la inteligencia, pretendiéndose dar una idea de cómo era y es como concepto, y su relación con el de aprendizaje. A continuación, se ven diferentes teorías sobre las inteligencias. Por último se centrará nuestra atención en la Teoría de las Inteligencias Múltiples y, en particular, en las inteligencias lógico-matemática y lingüística de Gardner, [Gardner, 1994].

En el ámbito de la Psicología, las teorías cognitivas más importantes, podría decirse que son las de Jean Piaget, Juan Pascual-Leone, Robbie Case y K.W. Fischer (neopiagetianos); Lev Vygotsky, Jerome Bruner, David Ausubel, Howard Gardner y Robert Sternberg.

Estas teorías plantean que las personas están aprendiendo todo el tiempo por medio de la interacción cotidiana con los otros y con el medio, así como al enfrentarse a nuevas situaciones e ideas; pero el hecho de adquirir conocimientos está ligado indisolublemente a los procesos de enseñanza.

Un “proceso de aprendizaje” se puede entender como el procedimiento encaminado a la adquisición de unos conocimientos determinados por medio de la realización de diversas actividades mentales adecuadamente planificadas para la consecución de las metas propuestas. Existen tres factores de influencia en todo proceso de aprendizaje, que son: el aspecto biológico, el sociocultural y los preconceptos del individuo, [Elliot, 1990, 1993].

La capacidad de aprender de una persona, [Malaver et al., 2001], está determinada por su “Estructura Cognoscitiva”; ésta vendría a ser, si se me permite una modesta definición (*omnius definitio periculosa est*), el conjunto individual de potencias, capacidades y constructos mentales

sobre los que descansa todo el pensamiento, el edificio intelectual, y más aún, el *logos* de un ser humano (y, en consecuencia, también su actuar, la *praxis*). Además, las teorías del desarrollo cognitivo implican el cuestionamiento por la “inteligencia”, concepto que “no se ha podido definir de una manera determinante” (la etimología del término: viene del latín *intelligentia*, discernimiento, percepción y capacidad para escoger y conocer). A su vez, *intelligentia* viene del pretérito de *intelligere*, o *intellegere* (donde *inter* es “entre” y *legere* “leer”, “escoger”, “recoger”; literalmente, “leer hacia adentro”), percibir, entender y comprender, [Corominas, 2000].

R.J. Sternberg, director de la Enciclopedia de la Inteligencia Humana expresa que el término definitorio de la inteligencia de los humanos parece ser y seguirá siendo el número que expresa el coeficiente intelectual (CI). Pero reconoce que éste no tiene en cuenta los factores necesarios para triunfar en la vida diaria, siendo las **capacidades** las más evaluadas en las pruebas tradicionales, y no los haberes prácticos esenciales para resolver problemas cotidianos. Por lo tanto, afirma que la inteligencia es algo más que lo puntuable con estas pruebas, ya que la mente es un mundo de complejidad. Se han creado diferentes tipos de pruebas psicotécnicas capaces de medir la inteligencia como las del CI, la escala de inteligencia Terman Binet, la escala de inteligencia de Wechsler, el SAT, el test que puntúa las capacidades verbales y matemáticas, etc.

A pesar de que el término “inteligencia” nos resulte familiar y los docentes lo empleemos con relativa frecuencia, no es fácil definir qué es la inteligencia.

El estudio de la inteligencia tiene numerosas vertientes; una de ellas es la que persigue describir la estructura de este atributo psicológico, que es el principal responsable de las diferencias individuales en el rendimiento cognitivo. Desde los trabajos de los pioneros, se han desarrollado una serie de modelos y teorías que han girado en torno a una dicotomía: se consideraba que la inteligencia tenía una estructura **unitaria** o bien se proponía una estructura **múltiple**. Durante todo el siglo, este debate ha estado abierto, y sólo recientemente parece que hay un acercamiento entre ambas posturas, [Andrés, 2002].

Veamos a continuación cual ha sido la evolución de las Teorías contemporáneas de la Inteligencia humana.

2.3.2 Primeras Teorías

Tradicionalmente se ha considerado la mente humana desde una posición heredada, es decir, como un **sistema unitario**, de aprendizaje general. Una mente holística que aplicamos de manera flexible a muchas situaciones diversas, sean lógico-matemáticas, físicas, psicológicas o sociales. Barnett y Garcia entienden la mente como una tabla rasa en la que no hay nada escrito al nacer y a lo largo de la vida se va llenando con las experiencias y contenidos del mundo.

Estas son algunas de las teorías más destacables:

- Teoría de la Racionalidad: La racionalidad en la toma de decisiones es lo que pone de manifiesto la inteligencia, [Beltran and Bueno, 1995].
- Teoría Emocional: La inteligencia está regida por las emociones, [Goleman, 2006].
- Teorías del Desarrollo: La inteligencia tiene pautas de desarrollo. Las Progresiones del Desarrollo tiene como representantes a Jean Piaget (y neopiagetianos), Lev Vygotsky, Jerome Bruner y David Ausubel.

- Teoría evolutiva de la inteligencia (**Jean Piaget**), [Larraguibel, 1998; Davidoff, 1989]. Esa evolución se da en función de tres factores: contenido (comportamientos o datos observables que varían con la edad y están influidos por el ambiente), estructura (organizaciones cognitivas que se van adquiriendo a lo largo del desarrollo) y función (modos de interactuar con el medio o parte biológica de la inteligencia). Piaget considera que la inteligencia se desarrolla a través de etapas evolutivas, en las que, sucesivamente, el individuo pasa por distintas formas de conocer, cada vez más adecuadas, al reorganizar sus estructuras mentales. Los principios fundamentales de su teoría son: adaptación, organización, experiencia, asimilación y acomodación. El pensamiento es posible cuando se da el equilibrio de todas las anteriores; mas esto “sólo se alcanza completamente hasta el nivel de las operaciones formales o del pensamiento abstracto”, por lo general, en la vida adulta. El fallo de Piaget radica en no relacionar inteligencia, desarrollo y aprendizaje.

- Teoría desarrollista (**Vygotsky**), [Larraguibel, 1998; Davidoff, 1989; Moll, 1994]: Parte de la interrelación entre inteligencia y aprendizaje y de la necesidad de pasar de la zona del desarrollo real (las actividades que el niño sabe realizar por sí mismo) a la del desarrollo potencial (con ayuda de los demás). Es progresista, de método evolutivo, pero con la particularidad del énfasis del desarrollo cognitivo no sólo como producto biológico (genético) sino también y esencialmente social (“el concepto de inteligencia está íntimamente ligado a la interacción social”). Por eso a su teoría se la ha llamado de la formación social de la mente. Vygotsky considera que los procesos psicológicos superiores tienen su origen en procesos sociales que más tarde se internalizan o reconstruyen internamente, y que los procesos mentales se entienden a través de la comprensión de instrumentos y signos que actúan como mediadores.

Vygotsky considera que el desarrollo depende del aprendizaje, “posición contraria a la piagetiana, en la cual el aprendizaje depende del desarrollo”.

Para Vygotsky las funciones mentales o psicológicas son sociales y se clasifican en: inferiores y superiores. Las funciones psicológicas inferiores son las biológicas o genéticamente formadas (involuntarias), y las funciones psicológicas superiores son las

- socialmente formadas por medio de procesos educativos. Las herramientas cognitivas que hacen posibles éstas últimas son los instrumentos y los signos.
- Teoría de la modificabilidad cognitiva y aprendizaje mediado (**Feuerstein**), [Larragui-bel, 1998; Davidoff, 1989]: Defiende que la inteligencia (habilidad de resolución de problemas, etc.) puede modificarse por aprendizaje mediado.
 - Teoría del desarrollo de **Jerome Bruner**, [Sprinthall et al., 1996; Coll et al., 1992]: La teoría de Bruner postula un “principio de organización biológica” que ayuda al niño a comprender su mundo. En concordancia con los otros autores. En esta teoría el desarrollo cognitivo se da por influencia de factores externos (ambientales) e internos (individuales). “La inteligencia se constituye en gran medida en la interiorización de instrumentos culturales”, y el principal interés de Bruner está en el lenguaje como instrumento cultural y cognitivo por excelencia, pues es el medio para representar las experiencias y transformarlas: “Una vez el niño ha interiorizado el lenguaje como instrumento cognitivo, le es posible representar y transformar sistemáticamente la experiencia con flexibilidad y mayor facilidad”.
 - Teoría de la asimilación de **David Ausubel**, [Beltran and Bueno, 1995; Ausubel et al., 1983]: La Teoría para el aprendizaje significativo no exclusiva de la cognición, pretende explicar cómo aprende el ser humano. “Esta teoría tiene un enfoque estructural organicista cuyo núcleo reside en la comprensión del ensamblaje del material novedoso con los contenidos conceptuales de la estructura cognitiva del sujeto”. Retomando una vez más el concepto de aprendizaje significativo, Ausubel afirma que para que se dé éste son necesarias tres condiciones: a) que el material que se va a aprender sea significativo; b) que el alumno posea los preconceptos necesarios para adquirir nueva información; y c) que exista la motivación para aprender.

Que el material sea significativo quiere decir, para Ausubel, que “sus elementos estén organizados lógicamente”: “El aprendizaje significativo se produce cuando se asimila información nueva con algún concepto incluso ya existente en la estructura cognitiva del individuo (proceso similar a la acomodación piagetiana)”. En concreto, el proceso de cognición es procesal y evolutivo, es decir, escalonado (pasando de las representaciones a los conceptos, y de los conceptos a las proposiciones). Es de destacar que “para Ausubel los significados no se reciben sino que se descubren”.

Múltiple o unitaria, la inteligencia recobra en las décadas de los 80 y 90 la fuerza que en la primera mitad del siglo había perdido. La investigación sobre la inteligencia humana se había estancado en los 60, debido fundamentalmente a la crisis de los métodos de análisis de datos basados en la correlación y el Análisis Factorial; duras críticas realizadas a los tests de inteligencia desde

ambientes radicales y prejuiciosos; existencia de modelos poco convergentes; y el desconocimiento de mecanismos funcionales que fundamentan este atributo tan relevante, [Andrés, 2002].

La tendencia actual es describir la inteligencia de acuerdo con su naturaleza **multifacética**. El cuestionamiento de que la “Estructura Cognoscitiva” y la “Inteligencia”, por cuanto son distintas, ha llevado al debate de si convendría más considerarlas universales (generales), “o bien como un conjunto de capacidades diferentes”.

Existen diversos modelos que tratan de explicar qué y cómo es la inteligencia, agrupándose en torno a dos grandes enfoques: el psicométrico y el cognitivo, [Navas, 2008; Calero, 1995].

2.3.3 Las Teorías Psicométricas

Se ocupan del estudio de las diferencias individuales a partir de los factores responsables de tales diferencias. Para ello emplean el análisis factorial que, esencialmente, permite agrupar las puntuaciones de diversas pruebas (tests), obtenidas en diversas muestras, en un número más reducido de puntuaciones (los factores) que resultan básicas para realizar tales pruebas.

Básicamente, las teorías psicométricas afirman que, mediante una serie de pruebas y experimentos, puede medirse cuantitativamente -como anuncia su denominación- la *psique* de una persona, por ende, su potencialidad cognitiva, fundamentalmente bajo el criterio de sus **capacidades lingüísticas y matemáticas**. En un principio, las medidas psicométricas del intelecto no pretendían más que determinar el éxito escolar. De esas pruebas surgió la denominada “medida de coeficiente intelectual” (CI). Este enfoque tiene sus raíces en los estudios de Alfred Binet para diferenciar a los niños retrasados mentalmente de los que tenían problemas comportamentales. Pero posteriormente, degeneró en teorías enfocadas más hacia la inteligencia. Las medidas psicométricas de la inteligencia tomaban como punto de referencia dos capacidades (con el tiempo, las nuevas variantes de este enfoque añadirían algunas otras): **la capacidad lingüístico-verbal y la capacidad lógico-matemática**. “La investigación psicométrica de la inteligencia, a partir de los años setenta, hizo cuestionar seriamente la idea, ampliamente extendida, de que el desarrollo intelectual finalizaba en la adolescencia Sólo hasta hace relativamente pocos años se ha venido considerando seriamente la naturaleza multifacética de la inteligencia”.

Dentro de la aproximación psicométrica que, sabemos, se ocupa de esclarecer los factores de los que dependen las diferencias individuales de la inteligencia, podemos hallar otra subdivisión:

- Las teorías monofactoriales que defienden la existencia de una única capacidad intelectual, o factor general de inteligencia, implicada en una gran diversidad de situaciones.

- Y las teorías plurifactoriales que asumen que la inteligencia está compuesta por varias aptitudes, capacidades o factores independientes que actúan según la tarea con la que se enfrenta el sujeto. Dentro de este último grupo de las teorías plurifactoriales, podemos distinguir otras dos perspectivas bien definidas:
 - Las teorías oligárquicas, que asumen que los distintos factores que componen la inteligencia tienen la misma importancia y se ubican a un mismo nivel.
 - Y las jerárquicas que establecen categorías entre las diversas aptitudes, asignando a unas más importancia que a otras.

En el modelo de Thurstone, [Thurstone, 1947], la inteligencia está integrada por siete factores o aptitudes mentales:

a) Comprensión verbal; b) Fluidez verbal; c) Factor numérico; d) Aptitud espacial; e) Memoria mecánica; f) Rapidez perceptiva, y g) Razonamiento inductivo.

Guilford, [Guilford, 1967], distingue hasta ciento veinte posibles habilidades al combinar cada una de las cinco operaciones o procesos psicológicos básicos, con cada uno de los seis productos o formas en las que se puede presentar la información, y con cada uno de los cuatro contenidos o tipos de datos con los que se realizan las operaciones.

Vernon, [Vernon, 1982], plantea una organización jerárquica presidida por la inteligencia general (inducción, deducción y razonamiento abstracto) o «factor g» que, en el nivel inmediatamente inferior, se subdivide en dos factores principales: la actitud verbal y la actitud práctica. Cada uno de ellos se subdivide en subfactores. Éstos son en el caso de la actitud verbal: V (comprensión verbal), W (fluidez verbal), F (rapidez de razonamiento) y N (fluidez numérica). Y para la actitud práctica los subfactores son: M (memoria visual), K (inteligencia espacial), I (información mecánica) y H (habilidad manual). En el nivel más bajo de la jerarquía, cada uno de estos subfactores, se concretan en factores específicos.

2.3.4 Las Teorías Cognitivas

Prestan mayor atención al modo en el que procesamos la información, y tratan de analizar los procesos cognitivos aplicados en la resolución de las tareas en las que se implica la conducta inteligente (*correlatos* -procesos más bajos- y *componentes* -procesos elevados-). Aunque reconocer la existencia de diversos factores o aptitudes en la estructura de la inteligencia está presente en los modelos psicométricos, la idea de «inteligencias múltiples» es central en las teorías cognitivas que, como hemos indicado, tratan de analizar los procesos cognitivos que subyacen a la conducta inteligente.

Aparecen dos corrientes bien diferenciadas:

- La Teoría triárquica de la inteligencia de R.J. Sternberg (Universidad de Yale), [Sternberg, 1985]: Analítica (que utilizamos en la escuela y universidad), Práctica (la utilizamos en nuestra vida cotidiana para adaptarnos a nuestro medio ambiente social) , Creativa (nos permite resolver de forma original problemas nuevos en distintos contextos, aún desconocidos). Formada por tres subteorías:
 - Componencial: Mecanismos mentales para la planificación, desarrollo y evaluación de tareas (metacomponentes y componentes)
 - Experiencial: Aplicación de los componentes según la experiencia que se posea: novedad, automatización, etc.
 - Contextual: Aplicación de los componentes en su contexto o no.

- Y la Teoría de las Inteligencias Múltiples de **H. Gardner** (Univesidad de Harvard). Parte de la idea según la cual la inteligencia no posee una estructura única en la que se integran diferentes capacidades. La inteligencia es un conjunto de habilidades de resolución de problemas, al tiempo que debe haber una capacidad potencial para generar nuevos problemas en diversas áreas o contextos. De hecho, llega a identificar siete clases diferentes de inteligencia, [Gardner, 1983, 1994]:
 - a) Lingüística (Sensibilidad a los sonidos, ritmos y significados de las palabras, así como para las diferentes funciones lingüísticas);
 - b) Lógico-matemática (Sensibilidad y capacidad para discernir patrones lógicos o numéricos; capacidad para manejar cadenas extensas de razonamiento);
 - c) Espacial (Capacidad para percibir el mundo espacial y realizar transformaciones de las percepciones iniciales);
 - d) Musical (Capacidad para apreciar y producir ritmo, tono y timbre, así como formas de expresión musical);
 - e) Cinestésico-corporal (Capacidad para controlar y producir los movimientos del cuerpo, así como para manejar con destreza los objetos);
 - f) Interpersonal (Capacidad para diferenciar y responder con propiedad a los modos, temperamentos, motivaciones y deseos de otros); e
 - g) Intrapersonal (Capacidad para acceder a los propios sentimientos y pensamientos).

La teoría de la Inteligencias Múltiples (IM) fue propuesta en 1983 y en los últimos años ha ido adquiriendo relevancia, sobre todo en el ámbito educativo y escolar. Vamos a ver algunos de sus aspectos más importantes.

2.3.4.1 La Teoría de las Inteligencias Múltiples

El sistema educativo en una imagen: “Todo el mundo es un genio. Pero si juzgas a un pez por su habilidad de trepar un árbol, pasará el resto de su vida creyendo que es un idiota”. Albert Einstein.

En 1979, la fundación Bernard Van Leer, grupo filantrópico holandés, pide a los investigadores Howard Gardner y colegas que investiguen el potencial humano. Nace así lo que se llamó Proyecto Zero (nombre genérico de un conjunto de subproyectos en torno al desarrollo de la inteligencia y la creatividad), desde donde se profundiza la teoría de las IM.

En 1983 publica su libro “Frames of Mind”, que pasa a ser el punto de partida del público conocimiento de la teoría de las IM. Veinte años atrás, Gardner, había considerado que era necesario romper la ortodoxia de los modelos psicométricos (basados en la investigación factorial) e iniciar una investigación nueva que reconsiderara los avances realizados por las ciencias cognitivas, intentando superar el esquema clásico de la inteligencia como un concepto unitario y sustituirlo por una concepción multiforme de la misma, [Andrés and Colom, 1998].

La crítica fundamental a los modelos de una única inteligencia general es que trata de modelos que no pueden capturar la enorme complejidad de esta aptitud y de la propia mente humana.

El fracaso de las aplicaciones de los modelos conductistas del aprendizaje, y también de los psicométricos, en el campo de la educación se deben (parcialmente) a que estas teorías consideran al individuo como un *organismo pasivo*, que simplemente recibe estímulos a los que responde de acuerdo con su historia anterior de aprendizajes (visión conductista) y que la inteligencia es una capacidad que se encuentra en el “interior de la cabeza” en una cierta cantidad y que además es fija (visión psicométrica clásica).

En cambio los cognitivistas consideran a los individuos *organismos activos en su actuación*, ya que poseen mentes capaces de tener actividad autónoma y no solamente reactiva. La mente dispone de representaciones variadas de la realidad. Estas representaciones internas se pueden entender como “módulos mentales”, como una “sociedad de la mente”. Gardner pretende encontrar en estos módulos el asiento neuroanatómico de sus distintos tipos de inteligencia que propondrá como núcleo de su teoría de IM. De acuerdo con la teoría de IM, no todos los individuos poseen todos los lenguajes y representaciones mentales posibles, sino que entre ellos se distinguen en la forma de estas representaciones y en sus “cantidades” relativas de disposición de las inteligencias mencionadas, y sobre todo, en la forma como las utilizan (de acuerdo con los contextos situacionales que las requieren), [Andrés, 1997; Andrés and Colom, 1998].

Tras considerar como elementos determinantes de su estudio observaciones de carácter antropológico (distintas culturas) y de carácter biológico (conocimiento del sistema nervioso central),

Gardner también obtiene datos de los estudiosos de la Inteligencia Artificial (IA), fabricando sistemas expertos en un dominio específico del conocimiento o la tecnología.

La inteligencia, para Gardner, no es concebible como una instancia unitaria (ya sea como compuesta por un único factor, o bien abarcativa de múltiples capacidades), sino más bien se plantea la existencia de IM, cada una diferente de las demás, siendo cada inteligencia un sistema en sí mismo e **independientes** unas de otras. Es decir, las destrezas de una persona en una inteligencia no debieran, en principio, ser predictivas de las destrezas de esa persona en otras inteligencias, [Monteros, 2006].

Esta crítica de H. Gardner a los modelos unitarios de la inteligencia también se realizó, por generalización, a la forma actual de medir la inteligencia por medio de los tests de CI. Según Gardner, los tests psicométricos solamente incluyen inteligencia lingüística, lógica y algunos aspectos de la inteligencia espacial, mientras que otras formas de inteligencia han quedado casi totalmente olvidadas. Incluso los dominios en los que se han centrado los tests, el formato de lápiz y papel de la mayor parte de los tests de inteligencia desecha muchos tipos de rendimiento inteligente, especialmente los de la vida cotidiana como pueden ser impartir una conferencia (inteligencia lingüística) o la capacidad de encontrar y seguir un camino en una ciudad desconocida (inteligencia espacial). Estas críticas, en general bastante coincidentes con las que ha propuesto R. Sternberg, han suscitado un considerable interés en psicólogos y educadores, [Andrés and Colom, 1998].

H. Gardner, [Gardner, 1994], en su teoría del desarrollo de las IM nos dice que la inteligencia es la capacidad para resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas. Para desarrollar una inteligencia o habilidad específica para resolver problemas, se necesita partir de:

- La habilidad genética.
- Una oportunidad para desarrollarla.
- Y que el grupo le dé un valor social, que responda a los retos que se viven.

Es decir, Gardner, [Serrano, 2003], ve un ingrediente genético, pero también el valor social y la oportunidad para desarrollarlo, mencionando así, que existen varios criterios que debe de pasar una habilidad para que sea realmente considerada como “inteligencia”. Estos son:

- Que corresponda a una habilidad innata. Podemos detectar individuos excepcionales en un dominio particular, lo que llamamos también talento. Estas realidades son ejemplo del desarrollo extraordinario de una inteligencia determinada y específica.
- Que se localice en una parte del cerebro; o sea, pueden verse afectadas aisladamente por lesiones cerebrales y en caso de daño en esa parte, hay ausencia de la habilidad.

- Que tenga una función social. Que se resuelvan problemas del grupo social, o que sean productos apreciados en grupo.
- Se pueden contrastar experimentalmente observando su efecto en el rendimiento ante tareas cognitivas diversas. Es un modo de contrastar la independencia de las inteligencias, encontrando tareas específicas donde la aplicación de las inteligencias muestren su utilidad en la resolución de problemas.
- Que *los conocimientos puedan estar sistematizados y documentados. Tienen que tener apoyo en la investigación psicométrica*; esencialmente tienen que *mostrar variabilidad interindividual* como disposiciones, y, por tanto, poder evaluarse con una cierta objetividad.
- Debe tener una justificación evolutiva y una determinada funcionalidad en este contexto. Todas las inteligencias tienen una primera finalidad: la adaptación, y han sido presionadas y moldeadas por la selección natural. Así, las inteligencias tienen una justificación en estos términos, por ejemplo la inteligencia espacial podría explicarse en este sentido.
- Que tengan un núcleo identificable y aislado de operaciones que constituyen la base operativa de esa inteligencia. Por ejemplo, la inteligencia musical implica desde la sensibilidad del individuo a la melodía, el ritmo, la armonía, el timbre y la estructura musical.
- Ha de tener un curso de interacción particular a lo largo del desarrollo individual. Por ejemplo, el desarrollo de la inteligencia cinestésico-corporal requiere un entrenamiento distinto al de la inteligencia interpersonal. Este aspecto es muy importante dada la especificidad de las capacidades.
- Deben mostrar una susceptibilidad por el uso de un código propio en el cual transformar la información y procesarla adecuadamente antes de proceder a emitir una respuesta concreta. Así, es diferente la codificación de la información lingüística que obtenemos en un mapa gráfico que en un texto escrito (por ejemplo, el párrafo de una novela).

Todos estos puntos, son requisitos que según Gardner debe cumplir cualquier habilidad o destreza (potenciales inteligencias) para recibir el calificativo de inteligencia en un sentido riguroso. De hecho, esta forma de proponer las inteligencias contrasta fuertemente con la tradición psicométrica que atribuye esta facultad de clasificación a la técnica factorial. De ahí, que digamos, que la teoría de Gardner es una teoría racional, en contraste con las teorías psicométricas, que son empíricas.

Según Gardner, [Gardner, 1983], existen siete inteligencias distintas que constituyen las formas como los individuos adquieren, retienen y manipulan la información del medio y demuestran sus pensamientos a los demás. Para que las habilidades observadas recibieran el calificativo de inteligencias debían cumplir los criterios antes expuestos. En 1983 propuso siete inteligencias que comentamos a continuación:

1. **Inteligencia Lingüística:** Se relaciona con las habilidades para el lenguaje hablado y escrito, el aprendizaje de idiomas y el empleo de la lengua para alcanzar ciertos fines. La habilidad de procesar los mensajes lingüísticos con rapidez parece depender del lóbulo temporal izquierdo (Figura 2.1).
2. **Inteligencia Lógico-matemática:** Comprende capacidades para el análisis lógico de problemas, el cálculo numérico y la investigación científica. La habilidad para comprender relaciones y conceptos numéricos parece depender del hemisferio derecho y leer y producir signos matemáticos es más frecuentemente una función del izquierdo, [Gardner, 1975]. Existe un consenso frágil de que determinadas áreas cerebrales poseen especial importancia en cuestiones de lógica y matemática, los lóbulos parietales izquierdos y las áreas temporales y occipitales contiguas (Figura 2.1).
3. **Inteligencia Musical:** Comprende las habilidades para la ejecución, composición y apreciación de patrones musicales. La mayoría de las habilidades musicales están localizadas en el hemisferio derecho. La inteligencia musical depende fundamentalmente de la percepción auditiva. Esta vía sensorial es de proyección predominantemente contralateral; el 75 % de sus neuronas proyectan sus axones al hemisferio opuesto y esto determina un predominio contralateral de la elaboración de lo oído (Figura 2.1).
4. **Inteligencia Espacial:** Por inteligencia espacial, se entienden las aptitudes para reconocer y manipular patrones espaciales amplios o específicos. El hemisferio derecho del cerebro y, en particular, las porciones posteriores del mismo son las regiones más importantes para el procesamiento espacial (Figura 2.1).
5. **Inteligencia Cinestésico-corporal:** Se relaciona con destrezas para usar el propio cuerpo o partes del mismo en la resolución de problemas o la creación de productos. La mayoría de las partes del cuerpo participan de una u otra manera en la ejecución de acciones motoras. Dentro del sistema nervioso, grandes porciones de la corteza, junto al tálamo, los ganglios basales y el cerebelo proporcionan información a la médula, estación intermedia en la ejecución de la acción (Figura 2.1).
6. **Inteligencia Interpersonal:** Se vincula con habilidades para comprender la personalidad de otros seres humanos y trabajar efectivamente con ellos. La Inteligencia Intrapersonal es la capacidad de comprensión de los propios motivos, sentimientos y capacidades. Toda la investigación neuropsicológica coincide en señalar que los lóbulos frontales son las estructuras responsables de las inteligencias personales. Los déficits en esta región cerebral pueden interferir en el desarrollo y provocar formas patológicas de conocimiento inter e intrapersonal, [Gardner, 1975] (Figura 2.1).

7. **Inteligencia intrapersonal:** la capacidad de acceder a los sentimientos propios, las emociones de uno mismo y utilizarlos para guiar el comportamiento y la conducta del mismo sujeto. Se refiere a una capacidad cognitiva de comprender los estados de ánimo de uno mismo. También juega un papel determinante en los cambios personales asociados a mejoras o adaptaciones a los eventos vitales.

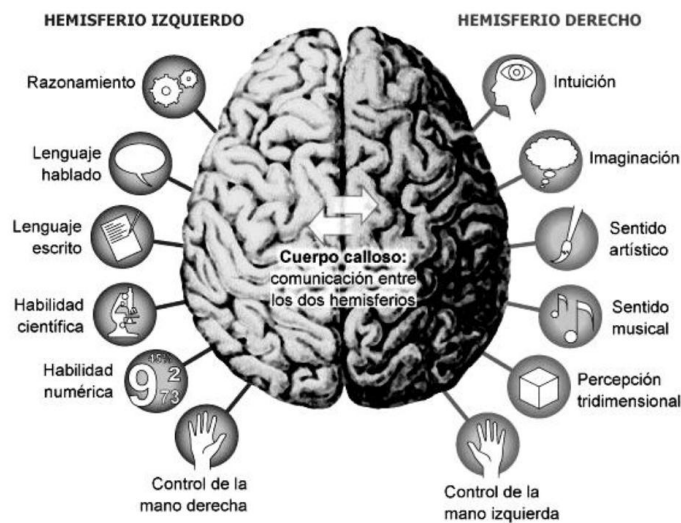


Figura 2.1: Especialización de los hemisferios cerebrales

En 1995, Gardner revisó esta propuesta y, utilizando los mismos criterios, incluyó otra nueva inteligencia: **La Inteligencia Naturalista**, que permite que reconozcamos y categoricemos los objetos y seres de la naturaleza.

En 1998 incluye otra modificación en su teoría de IM al contemplar la posibilidad de una nueva inteligencia: **La inteligencia existencial**, que haría referencia a la capacidad y proclividad humana por comprender y plantearse problemas acerca de cuestiones tales como la propia existencia, la vida, la muerte, el infinito, etc.

Esta propuesta incluiría agrupar las inteligencias interpersonal e intrapersonal en una sola y, por tanto, estaríamos hablando de una tipología de nueve inteligencias. De hecho, este cambio tiene bastante que ver con el impacto del trabajo de **Daniel Goleman**, [Goleman, 2006]. Las inteligencias interpersonal e intrapersonal (que corresponden en cierto modo a la llamada **inteligencia emocional**) se han agrupado así, en la llamada **inteligencia existencial**.

En el ámbito escolar. Las inteligencias de que disponen los individuos humanos no son necesariamente dependientes entre ellas, es más: estas inteligencias **pueden operar aisladamente según las exigencias de las tareas**. Cada persona posee en distinta cantidad o grado cada una de

estas inteligencias, pero la forma en que las combina o mezcla genera múltiples formas individualizadas del comportamiento inteligente, algo parecido a lo que sucede con la combinación de los rasgos faciales que dan lugar a las caras o rostros individuales. Gardner propone que cada persona va estabilizando formas de mezclar estas inteligencias adquiriendo una idiosincrasia muy personal (algo así como una personalidad propia en la esfera cognitiva).

Este hecho es muy evidente en el ámbito escolar, donde, a pesar de la voluntad de amalgamar las técnicas educativas en sistemas uniformes, los alumnos parecen resistirse a esta acción educativa mostrando diariamente su individualidad en los modos de aprender. Además, insiste Gardner, estos “estilos o preferencias personales” parecen muy estables, como si se hubiesen fijado en periodos precoces del desarrollo infantil, siendo, por tanto, muy resistentes al cambio.

Es así como la teoría de las IM crea una revolución en la enseñanza, ya que el conocimiento aparece al alcance de todos los involucrados en este proceso de la adquisición de esas inteligencias (los docentes, los padres, las autoridades responsables de la educación, etc).

Hay diversos modos de ser inteligente dentro de cada clase. Por otro lado, no hay ningún patrón de condiciones que la persona deba reunir para ser inteligente en un área particular. Por eso el mejor modo de diagnosticar las inteligencias es la observación, [Beltran and Pérez, 1996].

Gardner plantea que la escuela ha de centrarse en el sujeto, partiendo de una *evaluación de las habilidades del individuo*, y de una correspondencia de éstos con las áreas curriculares y con los métodos instruccionales.

Buscando esas habilidades en dos áreas muy concretas, cuyas competencias son consideradas básicas (**matemáticas y lengua castellana**), volcamos a continuación nuestro interés en las dos inteligencias que las afectan. La independencia de las distintas Inteligencias justifica por sí mismo el interés de este trabajo, ya que en él valoraremos la influencia de posibles predictores del rendimiento académico, mediante las capacidades lingüística y lógico-matemática del alumno.

A continuación, se empieza a justificar porqué estas dos inteligencias tienen un peso específico sobre el rendimiento académico.

2.3.5 Relación Lengua-Matemáticas y el Rendimiento Académico

Existen unos rasgos fundamentales a tener en cuenta cuando miramos a estas inteligencias:

1. Se encuentran en todas las personas, aunque en **diferentes grados**.
2. Son el producto tanto de la naturaleza como de la educación que recibe el individuo.
3. Son universales y autónomas.
4. Pueden ser desarrolladas.

5. Trabajan de **modo combinado**, no aisladamente.
6. Conllevan la existencia de **sub-capacidades**.

También a la hora de llevar a cabo un programa educativo coherente con la existencia de estas inteligencias, el educador podría hacerse las siguientes preguntas: “¿Cómo y cuándo debo usar el lenguaje hablado o el escrito?”. “¿Cómo y cuando puedo incluir los números, cálculos matemáticos o el pensamiento crítico?”. “¿Cómo y cuándo puedo usar los apoyos visuales, el color, el arte, las metáforas?”. “¿Cómo y cuándo puedo incluir la música, los ruidos del entorno o establecer los puntos claves de una melodía o un ritmo?”. “¿Cómo y cuándo es posible implicar el cuerpo o experiencias que impliquen crear algo con las manos?”. “¿Cómo y cuándo puedo hacer que los alumnos lleven a cabo trabajo en parejas o en grupo?”. “¿Cómo y cuándo puedo recurrir a la evocación de sentimientos personales?” [Gardner, 1991, 1993, 1997].

El tener estas preguntas como punto de partida ayuda al profesor a enfocar la enseñanza de su disciplina desde múltiples puntos de vista, tantos como tipos posibles de aprendices. Así, a menudo, los profesores de segundas lenguas poseen un alto grado de **inteligencia lingüística**, hecho que influye en el modo de plantear sus clases. Muchos alumnos son más fuertes en otras inteligencias y encuentran más interesantes otros modos de acercarse a la materia que no sean puramente lingüísticos. Para lograr un aprendizaje con éxito es necesario sintonizar con el modo de entender de los aprendices ya que nadie aprende algo que no logra entender o que no conecte con su experiencia. Ayudar al alumno a lograr experiencias que desarrollen todas las inteligencias puede lograrse **a través de aquellas que ya posee en un mayor grado**, [García de Celis, 2005].

La **inteligencia lógico-matemática** tiene también una función muy importante, sobre todo, reconocida socialmente al ser considerada “la inteligencia”, en la ciencia en general, con todas sus aplicaciones, que van desde lo teórico hasta lo práctico, desde la astronomía, hasta la microbiología, los problemas ambientales, sociales, etc., y la solución de problemas cotidianos.

Como menciona Serrano, [Serrano, 2003], en su libro “Inteligencias múltiples y estimulación temprana”: en general, las personas con este tipo de inteligencias entienden y disfrutan las matemáticas, les encanta descubrir cómo funcionan las cosas, tienen estrategias personales para resolver problemas, les gusta clasificar, pueden describir las distintas etapas de un acontecimiento, disfrutan de las computadoras. Desde temprana edad, dan indicios de habilidades de análisis, asociación, síntesis, deducción, comparación, etc.

Las personas que no tienen dominio de la inteligencia lógico-matemática, no están privados de tener acceso a los conceptos y contenidos de esta inteligencia. Si no hay una disciplina específica, por rutas alternas una persona cuya habilidad dominante se encuentre en otra área, puede llegar a entender las matemáticas, la lógica, la deducción, asociación, análisis e inducción, [Serrano, 2003].

2.3.5.1 Justificación didáctica y pedagógica

“Hice un curso de lectura rápida y fui capaz de leerme *Guerra y paz* en veinte minutos. Creo que decía algo de Rusia”. Woody Allen.

Existe una laguna entre la lógica y el lenguaje que se mantiene a través de las diferentes etapas por las que atraviesa el niño, aún cuando éste comience a adquirir el lenguaje. Piaget explica que los patrones de actividad efectivos para la acción inteligente a nivel físico necesitan ser estructurados antes de que sean encerrados en un nivel de representación; en otras palabras no pueden ser trasladados al nivel del pensamiento sino hasta ser reaprendidos. Este es un proceso gradual que explica el retraso entre la noción física y la verbal, [Gelman and Gallistel, 1987]. Una vez que el niño entre en la etapa de las operaciones concretas, por definición, el pensamiento infantil se convierte en operacional (lógico). Este surgimiento del pensamiento lógico influye aún más en el desarrollo del lenguaje y está acompañado de los cambios afines sucedidos en el uso del lenguaje. Piaget afirma: “Las palabras probablemente no son el camino más corto para un mejor entendimiento... El nivel de comprensión parece modificar el lenguaje que se usa y no viceversa... El lenguaje sirve principalmente para traducir lo que ya es entendido; o el lenguaje puede incluso presentar un peligro si es usado para introducir una idea que no es siempre comprendida”, [Lakoff, 2000]. Durante los primeros años de la adolescencia (al menos en las sociedades occidentales estudiadas por los piagetianos), el infante normal adquiere la capacidad de realizar operaciones mentales formales. Ahora no solo puede operar con objetos mismos, y no solo con imágenes mentales o modelos de estos objetos, sino también con palabras y símbolos (o series de símbolos, como son las ecuaciones) que representan objetos y realizar actividades con objetos. Puede expresar un conjunto de hipótesis e inferir las consecuencias de cada una. En donde en una ocasión sus actividades físicas transformaron los objetos, ahora las operaciones mentales transforman conjuntos de símbolos. Estos símbolos deben ser también manipulados, y pueden ser también palabras, como en el caso del razonamiento silogístico, la formulación de hipótesis científicas y otros procedimientos formales. Para Piaget, el pensamiento lógico-matemático es el aglutinante que unifica toda la cognición.

El pensamiento y el lenguaje.

A veces se buscan palabras o expresiones para los pensamientos que ya se tienen, pero todavía no se han formulado verbalmente, y no se pueden hallar. Por ello el lenguaje no es simplemente un complejo de reacciones que se produce por ensayo y error o de los reflejos condicionados. El lenguaje tiene su estructura la cual no coincide con la del pensamiento. La gramática expresa la estructura del lenguaje, la lógica la del pensamiento. El lenguaje es más arcaico que el pensamiento. Y por esta razón no deben identificarse directamente pensamiento y sus formas con lenguaje,

el cual conserva las formas arcaicas. El lenguaje posee por demás su propia técnica y esta se relaciona con la lógica del pensamiento, pero no es idéntica a ella. Las nociones que expresa cada lengua, al estar influidas por la cultura, dependen de datos mal definidos. Por el contrario los objetos matemáticos tienen una pureza mucho mayor, están libres de esa carga cultural y deben permitir comprobar mejor la comprensión del funcionamiento del cerebro sugiriendo una revisión de las teorías de aprendizaje de las matemáticas. A las matemáticas se les ha dado la categoría del lenguaje artificial, y más aún, se le identifica con un lenguaje formal (conjunto finito de cadenas de símbolos) y no serviría para analizar el lenguaje matemático como un conjunto infinito de oraciones gramaticales en el mismo. A la gramática entonces se le ve como una serie finita de reglas que genera este conjunto infinito de oraciones gramaticales.

El lenguaje y la matemática como binomio fundamental para su enseñanza y aprendizaje.

El lenguaje es concebido como una capacidad de expresar el pensamiento a través de sonidos o símbolos en la producción de los cuales intervienen la lengua. Por extensión éste se entiende como un sistema o conjuntos de signos fonéticos, y/o visuales, que son empleados para expresar el pensamiento que surge de interpretar la realidad. Por otra parte, la matemática aunque es una ciencia abstracta y por tal razón es percibida como difícil de comprender, tiene en común con el lenguaje que la misma está fundamentada en un grupo de simbologías que tienen por objeto servir de enlace para comunicar de una u otra forma el pensamiento que interpreta matemáticamente la realidad. Hay similitudes reflejadas en un sin número de nexos entre el lenguaje y la matemática que realmente merecen un estudio más minucioso y que hacen pensar a la matemática y el lenguaje como una misma entidad. Realmente, el objetivo es dejar claro que los nexos matemática-lenguaje son importantes hasta el punto que, sin lugar a duda, es imposible y difícil de imaginar una acción humana cotidiana que no esté intervenida en algún modo por el lenguaje y la matemática simultáneamente. Existe una característica de la comunicación humana que induce a la conjetura de la presencia de un sistema lingüístico dual, específicamente el lenguaje matemático, ya sea aritmético, algebraico, geométrico o lógico. Quizá por ello, la matemática más que números y operaciones básicas elementales, es también, definiciones o conceptos y procesos de pensamiento como por ejemplo: tamaños, medidas, semejanzas y diferencias, clasificación, seriación, análisis, síntesis, entre otros, los cuales son necesarios y fundamentales para que se consolide en el sujeto esas dimensiones de las capacidades humanas señaladas. De lo expuesto, previamente se deduce que la comprensión e internalización dual de conceptos y/o procesos cobran un papel relevante en el desarrollo de la habilidad verbal y por ende de la habilidad numérico-matemática. Así, parece lógico que los **contenidos matemáticos y lingüísticos se piensen integrados pedagógicamente**. Como resultado de esta proposición, esos contenidos, lingüísticos o matemáticos, pueden ser

dotados de significatividad y construidos por los mismos alumnos a través de la interacción docente - alumno, alumno - alumno. La clarificación del significado de los mismos es una premisa indispensable para dotar el sentido a los procedimientos derivados así como también una forma de desarticular el estereotipo de aprendizaje mecánico, rutinario y memorístico predominante en el aprendizaje de la matemática, [Andonegui, 2004].

Implicaciones de este binomio en el aula.

No cabe duda de que una de las implicaciones más importantes desde la óptica particular del dualismo matemática-lenguaje es que el docente y alumno sepa, redescubra e internalice que todo aprendizaje matemático involucra procesos lingüísticos como la comprensión, comunicación, y creación de estructuras verbales. Pero también el aprendizaje lingüístico involucra procesos inherentemente matemáticos como orden, lógica, articulación y coherencia formal metamatemática del discurso. Este binomio matemática-lenguaje es una entidad pedagógica potencial y que para cristalizarla en el alumno el proceso de enseñanza y aprendizaje debe estar enfocado al desarrollo y fortalecimiento permanente de los procesos lingüístico-matemáticos a través de **estrategias didácticas** que faciliten y logren el objetivo trazado en la práctica pedagógica. Al respecto, en [Serrano et al., 2002] se señalan que, sea cual sea la experiencia de aprendizaje desarrollada en la matemática, existe la posibilidad de vincularla con textos descriptivos para la ubicación en el espacio o con textos expositivos para definiciones, conceptos, postulados, de modo que la estrategia adoptada por el docente pueda ser transformada en una situación didáctica con validez para el aprendizaje de los procesos señalados. Entonces, esto significa y apoya la premisa de que el docente debe reestructurar e implementar la forma de comunicar la información de modo que tanto él como el alumno se familiaricen con el tema a tratar en el aula desde dos perspectivas complementarias numérica y verbal, y además, que la misma esté dirigida a orientar y motivar actividades para la comprensión y aplicación de los conocimientos aprendidos. Por tal razón, es relevante dar a conocer la importancia del binomio Lenguaje-Matemática, debido a que son muchas las veces que en la práctica pedagógica de la enseñanza de la matemática nos encontramos en todos los niveles con palabras y expresiones lingüísticas de los alumnos con clara violación del sentido matemático. Y a su vez, es frecuente encontrar comunicaciones de tipo matemático que violan flagrantemente la normativa y el sentido lingüístico. En ambos casos, el resultado es una indeseable e injustificable pérdida del significado y sentido de la interpretación y comunicación de la realidad tratada. Por otra parte, para fundamentar un poco estas reflexiones y su rol en el aprendizaje de la matemática, en [Serrano et al., 2002] se señalan que para resolver y comprender satisfactoriamente un problema es vital y necesario entender los enunciados y manejar apropiadamente el juicio argumentativo y las operaciones matemáticas que conllevan al

resultado. Así, fusionando el lenguaje y la matemática, para la enseñanza y aprendizaje de cualquiera de las dos disciplinas, se potencia la capacidad comunicativa, se facilita la comprensión no sólo de la matemática sino también de cualquier otra área del conocimiento, se contribuye al desarrollo del pensamiento lógico-matemático y se promueve el vencimiento de las inhibiciones para expresar cotidianamente, de manera correcta y a través del lenguaje oral o escrito la interpretación matemática de los fenómenos de la vida diaria. En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática existe dos factores predominante que causan verdaderamente una frustración en el alumno: el manejo inadecuado del lenguaje y la insuficiente y escasa comprensión lectora que poseen éstos en relación con los conceptos, enunciados, axiomas, y postulados presentes tanto en los textos como en el desarrollo de las clases. Estos factores impiden que el alumno sea capaz de conectar su lengua cotidiana con la lengua y simbología matemática. Dentro del proceso para la adquisición del lenguaje matemático se pueden destacar que los canales de percepción son muy importantes ya que a medida que se desarrolla la habilidad del alumno para abstraer, él percibirá las acciones, relaciones y atributos por lo que agregará símbolos, terminología, y conceptos entre otros aspectos matemáticos a su vocabulario cotidiano.

2.3.5.2 Estudios sobre la relación entre Lengua-Matemáticas y el Rendimiento Académico

Veamos a continuación, diferentes estudios ya realizados, en los que se mide ese grado de implicación de estas dos inteligencias sobre el rendimiento del alumnado en diferentes contextos.

1. En el trabajo “**Fundamentos psicopedagógicos de las inteligencias múltiples**”, [Ferrándiz et al., 2006], se estudian las raíces psicopedagógicas del modelo de las IM, analizando los datos procedentes de 294 alumnos (preescolar y primeros niveles de educación primaria). Los resultados procedentes de este trabajo empírico “muestran la existencia de siete constructos independientes que se corresponden casi en su totalidad con las seis inteligencias valoradas y establecidas por Gardner, [Gardner, 1983]; y que los centros de aprendizaje son un buen procedimiento para evaluar la competencia cognitiva de los niños y enseñarles conocimientos, habilidades y actitudes implícitas en las diferentes inteligencias, participando de manera cooperativa”.
2. Los estudios “**Rendimiento Académico y Variables modificables en alumnos de Segundo Grado Medio de Liceos Municipales de la Comuna de Santiago**” y “**Predicción del rendimiento académico lingüístico y lógico matemático por medio de las variables modificables de las inteligencias múltiples y del hogar**”, [Andrade, 2000; Andrade et al., 2001], tratan de responder al problema de “cómo se relacionan las IM Lógico-Matemática y Lingüística, el Currículum del Hogar con el Rendimiento Académico de los Alumnos de Segundo Año Medio de Liceos Municipalizados de la Comuna de Santiago (Chile)”.

Para ello, se propuso en término de objetivos, aportar antecedentes teóricos y empíricos a la conceptualización y métrica de las teorías de las IM, en su parte Lógico-Matemática y Lingüística, el Currículo del Hogar y la Autoestima; determinar y comprender los niveles de relación de algunas variables intelectuales, del Hogar con el Rendimiento alcanzado de los alumnos; y establecer las variables que mejor describan y explique los niveles de Rendimiento Académico de los alumnos. Los resultados obtenidos a partir de este estudio, revelan que la variable Condiciones Necesarias en el Hogar para Motivar el Deseo de Aprender y la Inteligencia Lógico Matemática tienen igual poder de determinación sobre el Rendimiento en castellano. Respecto del Rendimiento en Matemáticas; el máximo de predicción lo entrega la Inteligencia Lógico-Matemática, con un 14.2 %, más la Inteligencia Lingüística que aporta un 1.9 %. Se ratificó aquí el poder influyente que aporta la Familia sobre los Rendimientos académicos; y, se añaden variables que han sido poco exploradas sistemáticamente en Chile: las IM y las Condiciones para Motivar los Aprendizajes.

3. El foco de la siguiente investigación (“**Inteligencia Múltiple Lógico-Matemática y Aprendizajes**”, [Pizarro and Clark, 2000]) lo situamos ahora sobre la relación entre dos variables que han estado unidas por más de 100 años: inteligencia y aprendizaje educativamente formal. Más específicamente, la relación entre la teoría de las IM de Gardner (inteligencia múltiple lógico-matemática y sus subvariables) y los aprendizajes educativamente desables y curricularmente posibles indicados por el rendimiento académico general y científico [Lavin, 1965; Thorndike and Hagen, 1970; Pizarro et al., 1979; Pizarro and Crespo, 1997; Andrade et al., 2001].

Esta investigación relacionó la inteligencia múltiple lógicomatemática, sus subvariables y los aprendizajes de alumnos de Liceos humanistas-científicos mixtos, Valparaíso, Chile, 1999. La inteligencia lógicomatemática o sus subescalas (juegos estratégicos; destrezas matemáticas diarias; solución diaria de problemas; matemáticas escolares; ciencias) explicaron entre un 7.72 % y un 36.22 % de la dispersión de los aprendizajes científicos de los alumnos. En todas las determinaciones múltiples de los aprendizajes científicos, tuvo una mayor explicación estadísticamente significativa la subvariable matemáticas escolares.

Este problema quedó formulado mediante dos hipótesis alternas:

H1: Las correlaciones entre las IM musical, cinestésicocorporal, lógica-matemática, espacial, lingüística, interpersonal, autoconciencia, y los logros académicos promedio totales, son significativas ($\alpha < 0,05$). Con H1 se quiso contrastar la unilateralidad correlacional simple (significativa y positiva) entre cada par de inteligencias; poniendo a prueba (a su vez) el concepto de autonomía y/o dominio/ámbito de Gardner, [Csikszentmihalyi et al., 1993; Gardner, 1995; Berk, 1999].

H2: Las correlaciones múltiples entre la inteligencia múltiple Lógico-Matemática y sus subescalas Juegos Estratégicos, Destrezas Matemáticas Diarias, Solución Diaria de Problemas, Matemáticas Escolares, Ciencias, con los Rendimientos Académicos promedios General, Matemático, de Ciencias Naturales, Científico de los Alumnos de Segundo Medio Humanista-Científico, Liceos de Valparaíso, 1999, son significativas ($\alpha < 0,01$). Con H2, además de medir la pertinencia entre una inteligencia múltiple con su área o tema, se mediría el impacto subescalar de la misma en logros pertinentes [Gardner, 1991; Shearer, 1995, 1999; Weber, 1999]. Aquí, si bien se mantiene la lateralidad, se disminuyó el error tipo I debido a la especificidad de ambas variables.

4. **Elaboración de índices de riesgo educativo**, [Foliaco et al., 2006]. El objetivo de esta investigación tiene que ver con descripciones y predicciones de permanencias y deserciones escolares, basadas en logros académicos actuales y previos en Lenguaje y en Matemática, IM, currículo del hogar, autoestimas, estatus socioeconómico, disciplina en el aula, asistencia a clases, salud, participación en programas de atención social y escuelas efectivas.

Los factores relacionados con aprendizajes y logros académicos en Lenguaje y Matemática de 5º. básico, alumnos de Funza y Madrid, Colombia, 2005; sus IM, el currículo de sus hogares; sus autoestimas; sus niveles socioeconómicos; su salud debidamente certificada; sus respectivas disciplinas o comportamientos en el aula; sus porcentajes de asistencia a clases en la escuela; sus participaciones y la de sus familias en programas gubernamentales y no gubernamentales de atención social, y los resultados de efectividad de sus escuelas, explican significativamente ($p < 0.01$), de modo analítico y sintético, los distintos índices de riesgo educativos (IRE).

En Lenguaje, entonces, son las autoestimas las que ocuparon el primer lugar de impacto en los IRE, con un 23 % sobre 100. Luego se adjuntan la familia, en tercer lugar la escuela y en cuarto la salud de los alumnos. Estas cuatro variables explican (analítica y sintéticamente) más del 50 % de la dispersión de cada IRE.

En Matemática, sin embargo, y a pesar de haber muchísima semejanza con Lenguaje, al considerar los puntajes totales sí existen otras variables de impacto para los puntajes específicos de los logros académicos. Por lo tanto, al especificar más la variable logros académicos, la escuela reemplaza a la familia en el segundo lugar y el NSE reemplaza a la inteligencia múltiple lógicomatemática para el tercer lugar. Salud, sin embargo, queda en el mismo cuarto lugar de impacto al mezclarse con las restantes tres variables. Nuevamente, estos conjuntos de cuatro variables sobrepasan el 50 % de explicación de ambos IRE. También, en Matemática (obviamente con los mismos alumnos), la disciplina o comportamiento en el aula aparece -sintéticamente establecido- en el último lugar.

En términos de dominios o calidades (media aritmética dividida por puntaje máximo y multiplicada por 100), de cada una de las variables consideradas en su conjunto, podemos establecer contextualmente lo siguiente: a) logros académicos: Lenguaje = 40.93 %, Matemática = 38.40 %; b) IM: Lógico-Matemática = 58.80 %, Lingüística = 57.19 %; c) currículum del hogar = 68.40 %; d) asistencia a clases = 99.03 %; e) salud = 97.55 %; f) nivel socioeconómico = 31.7 %; g) disciplina o comportamiento de los alumnos en el aula = 95.11 %, y h) participación en programas/proyectos comunitarios gubernamentales y no gubernamentales = 0.6 %.

5. **El rendimiento escolar de los alumnos que promocionan a 1º de educación secundaria obligatoria con evaluación negativa en matemáticas y lengua castellana**, [González et al., 2002]. El trabajo se planteó con el objetivo de profundizar en el conocimiento de algunos aspectos del fracaso escolar, pretendiendo establecer en qué momento se produce la bajada del rendimiento en las áreas de Matemáticas y, Lengua Castellana y Literatura, e identificar posibles factores explicativos del bajo rendimiento. Entre las conclusiones obtenidas, se destacan: el mayor índice de fracaso en estas áreas se produce en el tercer ciclo de la Educación Primaria. Los centros públicos presentan un índice de fracaso algo más elevado que los centros concertados, especialmente en el área de Matemáticas. El análisis de posibles factores intervinientes no resulta concluyente, apreciándose que la opinión del profesorado encuestado tiende a atribuir la mayor parte del fracaso a factores exógenos a la escuela y ajenos a la acción didáctica. Por su parte, las soluciones adoptadas en los centros se orientan hacia la organización y hacia la solicitud de colaboración en las familias, siendo menores las encaminadas a cambios metodológicos y didácticos. Pueden desprenderse dos conclusiones: El 83.7 % de las atribuciones del bajo rendimiento de los alumnos se imputa a los alumnos y a las familias. Los maestros no consideran que su labor sea un factor que explique el bajo rendimiento de los alumnos en las áreas instrumentales de Matemáticas y, de Lengua Castellana y Literatura.
6. **El rendimiento escolar de los alumnos que promocionan a Tercer curso de educación secundaria obligatoria con evaluación negativa en matemáticas y lengua castellana**, [González et al., 2003]. El objetivo del trabajo es establecer con qué momento (etapa o nivel educativo) se produce el fracaso escolar en las áreas de Matemáticas y Lengua Castellana y Literatura y detectar posibles factores explicativos y relaciones con otras áreas. Para ello se ha analizado la trayectoria académica de una muestra aleatoria de alumnos de Tercero de ESO con resultados insuficientes en estas áreas al finalizar el primer ciclo de esta etapa en el curso 1999-00, utilizando una metodología tanto cuantitativa como cualitativa. Entre las conclusiones se destaca el fuerte aumento, al término del primer ciclo, de los resultados

negativos en Matemáticas y Lengua, que se triplican respecto a la Educación Primaria y se acentúan en Matemáticas. Se perfila también la alta relación entre el fracaso en ambas áreas. Se presenta asimismo un análisis de posibles factores intervinientes, como optativas, refuerzos, repeticiones y tipo de centros, el cual se completa con la opinión del profesorado encuestado al efecto, en la que llama la atención el fuerte peso atribuido por éste a factores exógenos a la escuela y ajenos a la acción didáctica.

Obsérvese que en el primer ciclo de Educación Primaria los porcentajes de insuficientes apenas alcanzan un 5 % (4.73 % en Matemáticas y 5.12 % en Lengua Castellana), y que la Lengua Castellana parece ofrecer alguna mayor dificultad; que en el segundo ciclo estos «necesita mejorar» se triplican (17.08 % frente a 16.95 % respectivamente) y que continúan ascendiendo en el tercer ciclo, pasando al 29 % (29.04 % en ambas). La evolución de estos datos evidencia que el gran salto negativo se produce al pasar estos alumnos al primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria, con una importantísima diferencia de más de 50 puntos en Matemáticas y 44 en Lengua, al tiempo que parece incrementarse la dificultad de la primera, rompiéndose la igualdad mantenida entre ambas a lo largo de la Educación Primaria.

7. **Japanese parent's estimates of their own and their children's multiple intelligences: Cultural modesty and moderate differentiation**, [Furnham and Fukumoto, 2008]. Un total de 198 padres japoneses completaron un cuestionario sobre su propio índice general estimado, sobre los índices generales de sus hijos y las propias IM. La autoestima de los padres japoneses fue algo inferior a la que suele presentarse entre las poblaciones occidentales; pero los hombres (padres) calificaron su propia puntuación general "g" y la puntuación de las siete IM de Gardner, significativamente por encima de cómo lo hicieron las mujeres (madres). Hubo pocas diferencias por sexo, cuando los padres clasificaron a sus hijos o a sus hijas. La estimación hecha por los padres de sus propios IQ fue el mejor predictor del primero de los IQ calculado a los niños. Un análisis de regresión indicó que la mejor estimación del factor g de la inteligencia, fueron la **inteligencia verbal** y la **inteligencia numérica** estimadas. La edad y el sexo de los niños, y la edad y el sexo de los padres, no fueron predictores significativos de la estimación de la puntuación de "g" de los niños más pequeños. Y tampoco hubo diferencias en las experiencias de las pruebas de inteligencia valoradas por sexo o en las actitudes. También fueron comparados con otros estudios referidos a las culturas occidentales, un determinado número de diferencias culturales.

2.4 Otros factores que afectan al Rendimiento Académico

El RA es un indicador del nivel de aprendizaje alcanzado por el alumno, por ello, el sistema educativo brinda tanta importancia a dicho indicador. En tal sentido, el RA se convierte en una “tabla imaginaria de medida” para el aprendizaje logrado en el aula, que constituye el objetivo central de la educación. Sin embargo, en el RA, intervienen otras muchas variables externas al sujeto, como la calidad del maestro, el ambiente de clase, la familia, el programa educativo, etc. y variables psicológicas o internas, como la actitud hacia la asignatura, la inteligencia, la personalidad, el autoconcepto del alumno, la motivación, etc.

Puesto que ya se ha hablado suficiente del que podría ser el principal de esos factores, la inteligencia, veamos a continuación algunos de los más analizados en los diferentes estudios realizados.

2.4.1 El Autoconcepto

Desde los años cincuenta son muchos los estudios de carácter empírico que se han interesado por las relaciones entre autoconcepto y RA, al comprobar que alumnos con la misma inteligencia rendían de forma diferente frente a las mismas tareas. El autoconcepto general se puede entender como la conciencia y valoración que el individuo tiene de su yo, de sí mismo, [Álvaro, 1990]. Se considera, sin lugar a dudas, la variable personal que más influye, tanto directa como indirectamente, en el RA. Son muchos los estudios, que reflejan la relación directa y bidireccional entre autoconcepto y rendimiento. Sin embargo, existen otros estudios que afirman que no se trata de una relación estrictamente directa sino que el autoconcepto funciona como una variable mediadora en la relación motivación-RA. Así, Weiner (1990), [Weiner, 1990], afirma que, desde la década de los setenta, el autoconcepto es un elemento nuclear de todas las teorías motivacionales, de manera que la motivación está en gran parte mediada por las percepciones que los sujetos tienen de sí mismos y de las tareas a las que se ven enfrentados.

A continuación, expondremos como se ha considerado, cuales son sus componentes, que funciones desempeña en la conducta humana y, por supuesto, que tipo de relación existe entre éste y el rendimiento con el fin de justificar su inclusión en el modelo de explicación del fracaso escolar.

2.4.1.1 Definición y Evolución del Autoconcepto

El autoconcepto es la imagen que tenemos del yo, pero, ¿qué es el yo?. Según Beltrán et al., [Beltrán and Bueno, 1995], el yo es una entidad organizada (las creencias que uno tiene de sí mismo forman un sistema jerárquico), dinámica (el yo constituye el centro de referencia de la personalidad y permite el movimiento de la conducta) y aprendida (se adquiere y modifica a través de los intercambios y relaciones interpersonales). No obstante, cabe hacer una distinción entre el

concepto del yo y el autoconcepto. El yo como instancia cognoscitiva, como conocedor o proceso de la experiencia es algo distinto del yo como conocido o contenido de la conciencia. Pues bien, el yo como conocido es lo que llamamos autoconcepto y abarca las evaluaciones, ideas, imágenes y creencias que el sujeto tiene de sí mismo, incluyendo las que otros tienen de él, así como, la imagen personal que le gustaría tener.

El autoconcepto es, por tanto, un conjunto de autopercepciones que, según González-Pienda, [González-Pienda and Nuñez, 1998], contiene dos tipos de información acerca de uno mismo que interaccionan:

- descriptiva: la autoimagen (el sujeto se describe a sí mismo).
- evaluativa: la autoestima (valoración que hace el sujeto de sí mismo y que tiende a mantenerse).

Shavelson y Bolus, [Shavelson and Bolous, 1982], y Shavelson, Hubner y Shaton, [Shavelson et al., 1976], por su parte, definen el autoconcepto a través de siete rasgos críticos: estructurado, jerárquico, estable, tiene múltiples facetas, se hace crecientemente multidimensional, tiene una vertiente descriptiva y otra evaluativa y puede diferenciarse de otros constructos como el RA. Resulta especialmente interesante para nuestro estudio la definición que Byrne, [Byrne, 1984], postula sobre el autoconcepto. Lo define como un constructo multidimensional que tiene un factor general y varios específicos, uno de los cuales es el autoconcepto académico. La multidimensionalidad está apoyada también por los estudios de, entre otros, Marsh, Parker y Smith, [Marsh et al., 1993]. El **autoconcepto académico** es la imagen que el sujeto se forma de sí a partir de su RA y las capacidades que lo determinan, aspectos importantes para el sujeto, en la medida en que también lo son para el medio que les rodea. Esta dimensión del autoconcepto nos parece fundamental puesto que, en palabras de Kleinfeld, [Kleinfeld, 1972], el autoconcepto que un alumno tiene sobre sus potencialidades académicas puede limitar sus esfuerzos para rendir y, por tanto, influenciar fuertemente en su rendimiento escolar. El autoconcepto aparece cuando el niño es capaz de diferenciar el yo del no-yo.

Cuando el niño está en la edad preescolar, su autoconcepto está basado en la concepción que los demás tienen de él, sobre todo sus padres, más que en su experiencia directa. A medida que avanza en la enseñanza media, los modelos primitivos pierden fuerza en la misma medida en que la aumentan los iguales, los profesores o líderes de la escena social o política.

Con la llegada de la adolescencia, se producen cambios en el autoconcepto, despertándose un profundo interés por la imagen corporal y la reacción de los demás. Finalmente, en la etapa juvenil se da la resolución de la última identidad del yo.

Para estudiar el autoconcepto como un conjunto de actitudes hacia el yo, debemos identificar los componentes del autoconcepto con los de las actitudes. Así destacamos:

- **Componente cognitivo.** Es el autoconcepto definido como opinión que se tiene de la propia identidad, de la propia personalidad y sobre la propia conducta. Esta opinión sobre sí mismo determina el modo en que se organiza, codifica y se usa la información que nos llega sobre nosotros mismos. Rosenberg, [Rosenberg, 1979], junto con otros teóricos del autoconcepto, señala tres grandes áreas: cómo el individuo se ve a sí mismo, cómo le gustaría verse y, cómo se muestra a los otros.
- **Componente afectivo.** Es la valoración que hacemos de nuestras propias cualidades, y en la que intervienen la sensibilidad y la emotividad ante los valores y contravalores propios.
- **Componente conductual.** Es la autoafirmación dirigida hacia el propio yo y la búsqueda de consideración y reconocimiento por parte de los demás.

Shavelson et al., [Shavelson et al., 1976], propusieron la siguiente estructura del autoconcepto, el cual resulta especialmente interesante para este estudio, al distinguir entre un autoconcepto académico y no académico, el autoconcepto general puede ser de dos tipos:

- a) Autoconcepto académico: idioma, historia, matemáticas, ciencias;
- b) Autoconcepto no académico: social, emocional, físico

2.4.1.2 Relación entre Autoconcepto y Rendimiento

Los resultados de numerosas investigaciones sobre la influencia del autoconcepto en el RA muestran la existencia de una persistente y significativa relación bidireccional entre ambas variables. A este respecto, González-Pienda, [González-Pienda, 1996], afirma que la influencia del autoconcepto sobre el rendimiento puede ser inmediata, mientras que la incidencia del logro académico sobre el autoconcepto se encontraría mediatizada por la elaboración cognitivo-afectiva del propio concepto.

Desde el punto de vista educativo, Beltrán, [Beltran and Bueno, 1995], destaca dos tendencias distintas en la investigación actual. Una de ellas argumenta que el autoconcepto actúa causalmente sobre el RA y, por tanto, es preciso trabajar en la escuela para mejorar la imagen que los alumnos tienen de sí mismos dentro de los programas educativos (corresponde con la tradicional educación compensatoria). La otra defiende que el autoconcepto es una consecuencia del RA, por lo que aboga por el desarrollo de las capacidades intelectuales mediante métodos de instrucción individualizada. Siguiendo a González y Tourón, [González and Tourón, 1992], vamos a exponer una breve revisión de los trabajos que se han realizado para estudiar la relación entre autoconcepto y rendimiento, clasificándolos de acuerdo con dos criterios:

1. Estudios correlacionales/causales
2. Estudios de autoconcepto general/académico

2.4.1.3 Estudios entre el autoconcepto y el Rendimiento Académico

Estudios correlacionales entre autoconcepto general y rendimiento académico. Son muchas las revisiones que se han realizado sobre el autoconcepto en el ámbito educativo y no parece existir una relación muy alta entre ambas variables. Así, Burns, [Burns, 1979], señala que la relación es significativa y positiva pero que no supera el 16 % de la explicación de la varianza del rendimiento por el autoconcepto (la relación oscila entre 0.30 y 0.40). Wylie, [Wylie, 1979], en su revisión de dos décadas de estudios, concluye que la relación entre autoconcepto general y RA no supera el coeficiente de correlación de 0.30. Hansford y Hattle, [Hansford and Hattle, 1982], realizaron un meta-análisis de 128 estudios que trabajaban esta relación. Los resultados indican que las relaciones entre el autoconcepto en general y rendimiento varían entre 0.21 y 0.26. O lo que es lo mismo, sólo se explica de un 4 % a un 7 % de la varianza del rendimiento a partir del autoconcepto. Byrne, [Byrne, 1984], tras su revisión también concluye que la relación es moderada (0.16). Otros muchos estudios destacan similares resultados, entre otros, Marsh, [Marsh, 1986], Shavelson y Bolous, [Shavelson and Bolous, 1982], Byrne y Shavelson, [Byrne and Shavelson, 1986], Hart, [Hart, 1985], y Zarb, [Zarb, 1981]. Para concluir, debemos destacar que todos estos estudios, atribuyen las bajas correlaciones a la poca validez y fiabilidad de los instrumentos de medida, así como a la utilización indiscriminada de medidas de autoconcepto general en lugar de medir aspectos más específicos del autoconcepto.

Estudios correlacionales entre autoconcepto académico y rendimiento. La descripción del autoconcepto académico dentro del autoconcepto fue destacada por Brookover, Patterson y Thomas, [Brookover et al., 1962, 1965]. Estos autores diseñaron una escala de autoconcepto académico que ha sido y es utilizada en muchos otros estudios (Binder, Jones y Strowing, [Binder et al., 1970]; Byrne, [Byrne, 1986]; Byrne y Shavelson, [Byrne and Shavelson, 1986]; Griffore y Samuels, [Griffore and Samuels, 1978]; Mboya [Mboya, 1989]; Rodríguez Espinar, [Rodríguez-Espinar, 1982]; Shavelson y Bolous, [Shavelson and Bolous, 1982]). Dichos autores afirman que en alumnos de enseñanza secundaria la relación entre RA y rendimiento es significativa y notable (0.48 a 0.69) incluso cuando se controla el CI. Asimismo afirman la existencia de autoconceptos específicos que se relacionan con áreas de rendimiento determinadas, siendo mejores predictores del rendimiento que el autoconcepto académico general. Muchos estudios y revisiones posteriores han corroborado los hallazgos de Brookover et al., [Brookover et al., 1962, 1965]. Tal es el caso de Byrne, [Byrne, 1984, 1986], Marsh, [Marsh, 1986], Boersma y Chapman, [Boersma and Chapman, 1985], Harter, [Harter, 1985], Darakjian y Michael, [Darakjian and Michael, 1982] y Byrne y Shavelson, [Byrne and Shavelson, 1986].

En esta línea, cabe destacar el interesante trabajo de Gimeno Sacristán, [Gimeno-Sacristán, 1974], quien estudia las relaciones existentes entre el autoconcepto, la popularidad social y el

RA con una elevada muestra de alumnos de entre once y catorce años de edad. De entre las conclusiones destacamos que:

- a) Los alumnos de alto rendimiento suelen dar altas autoimágenes académicas de sí mismos;
- b) Las bajas autoimágenes son un reflejo del bajo rendimiento;
- c) Existen sujetos de bajo rendimiento que dan altas autoimágenes de sí mismos. A la vista de los resultados, se puede concluir que:
 - La relación entre autoconcepto académico y RA es más fuerte que la relación entre autoconcepto general y RA.
 - Hay escasa o nula relación entre el RA y las facetas no académicas del autoconcepto (social, físico, etc).
 - El RA en áreas específicas está altamente relacionado con los autoconceptos académicos correspondientes a esas áreas específicas, moderadamente con el autoconcepto académico general, y prácticamente no correlacionado con los autoconceptos no académicos.

Relaciones causales entre rendimiento y autoconcepto. González y Tourón, [González and Tourón, 1992], tras la revisión de la literatura sobre este tema, concluyen con una serie de afirmaciones respecto a las relaciones causales entre autoconcepto y rendimiento que a continuación se resumen:

- La ambigüedad de los hallazgos acerca de la causalidad entre autoconcepto y rendimiento se debe a que se han empleado medidas de autoconcepto general, que, como ya hemos visto, tienen una relación moderada con el rendimiento en lugar de índices autoevaluativos específicos.
- En pocos estudios se han utilizado técnicas de análisis de relaciones causales potentes. Podemos destacar algunos estudios metodológicamente más adecuados, tales como, Shavelson y Bolus, [Shavelson and Bolous, 1982], Byrne, [Byrne, 1986] y Marsh, [Marsh, 1988, 1990].
- Cuando se emplean como medidas del rendimiento las calificaciones escolares, [Shavelson and Bolous, 1982; Marsh, 1988, 1990], el autoconcepto académico explica mejor al rendimiento que cuando se usan tests de estandarizados para medirlo, [Byrne, 1986].
- Se tiende a aceptar que el autoconcepto académico y el rendimiento se afectan mutuamente en conjunción con otras variables. Ciertos factores subyacentes, tales como el cociente intelectual, rendimiento previo, estatus socioeconómico, influencia de los padres, profesores y compañeros, influyen en esta relación, [Byrne, 1986; Chapman et al., 1981; Marsh, 1988; Maruyama et al., 1981; Pottebaum et al., 1986].

- Se confirma que el autoconcepto académico es un factor influyente en el RA a la vez que un resultado de logros académicos previos.
- Se destaca que el autoconcepto académico influye indirectamente en el rendimiento a través del afecto y la motivación, [Bandura, 1986; Harter and Connell, 1984; Boersma and Chapman, 1985; Relich, 1983; Marsh, 1988].
- Se recomienda, con el fin de salvar algunos errores de las investigaciones realizadas hasta ahora, utilizar diferentes medidas de los constructos autoconcepto general, académico general, académicos específicos, usando instrumentos diferentes. Las muestras deben ser diversas y representativas de la población a la que pertenecen. Se deben incluir en los modelos que relacionan autoconcepto y rendimiento otras posibles variables que afecten a la relación. Y, por su puesto, los análisis estadísticos han de ser metodológicamente adecuados.

A modo de conclusión, podemos destacar las dos afirmaciones que se desprenden del trabajo de Skaalvik y Hagtvet, [Skaalvik and Hagtvet, 1990]:

- a) La relación entre autoconcepto y rendimiento podría ser, bajo determinadas condiciones y a unas edades concretas, recursiva con causación de la segunda sobre la primera, mientras que en las demás condiciones la relación sería recíproca.
- b) Se precisa una perspectiva evolutiva para poder valorar la exactitud de cada uno de los modelos que es posible proponer.

Criterios de inclusión. La imagen que los alumnos tienen sobre sí mismos y, en concreto, sobre su propia capacidad para superar los objetivos que el sistema educativo les impone, es un elemento que influye directamente en la motivación de los alumnos hacia su aprendizaje y, a su vez, en sus resultados escolares. Tras esta breve síntesis de la variable autoconcepto, y tras el análisis de la literatura que la relaciona con el rendimiento, está claro que no podemos obviar el autoconcepto como variable explicativa de la varianza del bajo rendimiento y, por supuesto, del fracaso escolar, [Musitu et al., 1991].

2.4.2 Adaptación

De acuerdo con Hernández y Jiménez, [Hernández, 1983], se considera la adaptación como un criterio operativo y funcional de la personalidad, en el sentido en que recoge la idea de ver hasta que punto los individuos logran estar satisfechos consigo mismos y si sus comportamientos son adecuados a los requerimientos de las distintas circunstancias en que tienen que vivir.

2.4.2.1 Definición y Evolución de la Adaptación

Una persona puede tener una serie de características (personalidad) y puede estar más o menos ajustado (adaptación), constituyendo la propia adaptación una característica de la personalidad y siendo la personalidad la determinante de la adaptación. Ello significa que desde los rasgos de la personalidad se puede predecir la adaptación y que desde ésta se puede definir la personalidad. Quintana, [Quintana-Cabanas, 1980], nos recuerda que “la primera de las principales funciones sociales de la educación es la adaptación del individuo a las exigencias del grupo social”. El individuo nace asocial (por el destino que le marca su naturaleza). Vivir es estar integrado en la sociedad; esta integración tiene sus exigencias: el individuo ha de aprenderlas, debe formarse los hábitos por ella requeridos, y esos aprendizajes es la educación quien se los da. A esto lo llamamos socialización del individuo, que es un cometido, fundamentalmente, de la educación. Gracias a ella la sociedad incorpora a sí misma a sus nuevos miembros, perpetuando de este modo su existencia en el tiempo.

Según Moraleda, [Moraleda, 1987], el proceso de socialización se produce de dos posibles formas. A través de:

- La iniciación a la vida social por impregnación. La familia, su ambiente y su clima es un medio especialmente rico y complejo de relaciones interpersonales.
- La iniciación a la vida social por el control de la conducta. El desarrollo social significa la adquisición de la capacidad para comportarse de conformidad con las expectativas sociales.

Así mismo siguiendo en [Salmerón and Soriano, 1989] el análisis del concepto de adaptación supone la adopción de una serie de criterios que determinen lo que es considerado “normal” y que por tanto, definan las conductas en cuanto se ajusten o no a esa supuesta normalidad.

Desde un punto de vista tradicional en el análisis de la adaptación, el concepto de normalidad se basa en dos criterios:

- Por una parte, en un criterio estadístico cuantitativo, según el cual se define como normal aquel comportamiento que reúne la características que determina la conducta de la mayor parte de un grupo social; por tanto, anormal es todo comportamiento que se aparta de dicha conducta generalizada.
- Por otra parte, en un criterio estadístico que implica a su vez un criterio valorativo; según este último se considera como normal todo comportamiento que sea aprobado por el grupo o que llegue a merecer su rechazo.

Desde el enfoque interaccionista, la inadaptación social surge a partir de una situación conflictiva generada de forma permanente entre el individuo y el medio que le rodea. Las relaciones

entre personas y situaciones dependen de las condiciones del sistema social en que están inmersos y la conducta del individuo se convierte en una respuesta adaptativa al ambiente que le circunda. En este sentido, la inadaptación se produce como una respuesta alternativa y adaptativa del individuo ante situaciones frustrantes. Las posibles respuestas adaptativas o resultantes de la interacción individuo-medio dan lugar a diversos tipos de comportamientos:

- a) Conformismo previo, caracterizado por la aceptación implícita del individuo, de la imposibilidad de acceder a determinadas metas culturales. Este tipo de relación no supone una inadaptación social y rara vez el sujeto entrará en conflicto con las leyes o instituciones de control de la sociedad, el individuo acepta su rol.
- b) Comportamiento antisocial objetivo, manifestado por el sujeto que, en virtud de su peculiar relación con el medio, no acepta (aunque tal vez no se plantee de forma consciente) la imposibilidad de acceder a las metas sociales y busca caminos alternativos para conseguirlos.
- c) Comportamiento social retirado, puesto en práctica por aquellos individuos que aún sin aceptar el conformismo pasivo no llegan a desarrollar de forma inevitable un comportamiento antisocial. Su característica fundamental consiste en un determinado alejamiento de la sociedad. Esta figura podría estar representada de una forma bastante aproximada por el individuo que “pasa de todo”, [Salmerón and Soriano, 1989].

Hoy se asume que el individuo es un ser en relación y la inadaptación supone fundamentalmente un conflicto relacional, por lo tanto toda desviación ha de ser diagnosticada al menos en dos direcciones: el individuo y su entorno social.

- Hacia el individuo, evaluando las posibilidades de que dispone para desenvolverse activamente en su relación social, lo que implica sobre todo acciones preventivas y recuperadoras.
- Hacia el entorno social, en el que se ha configurado la situación de inadaptación y donde han de evaluarse alteraciones estructurales que deben ser recogidas.

En suma, podemos entender la adaptación como proceso dinámico encargado de ajustar los organismos a su medio a través de los conocidos *mecanismos piagetianos* de asimilación (personalización de las influencias externas) y acomodación (reorganización de las propias estructuras internas en base a la asimilación), con el objetivo de conseguir la homeostasis (armonía, sintonía, equilibrio, ..). Y que, en el caso del hombre, esta organización le corresponde a su personalidad, actuando en función de dos mecanismos: uno subjetivo, el conocimiento y valoración de sí mismo (expectativas propias) y, otro objetivo, el conocimiento y valoración que los demás hacen de él (expectativas ajenas). Y, por otra parte, en general, podemos entender la inadaptación como fenómeno que aparece cuando alguien no responde a sus propias expectativas o a las que los demás

requieren de él. Si tal situación se da en función de su autoconcepto, de su control emocional, etc., como persona individual, podríamos hablar de inadaptación **personal**; mientras que cuando se da en su mundo de relación dentro del ámbito familiar, entonces podríamos calificarla de inadaptación **familiar**; si se da en el ámbito escolar, la etiquetaríamos de inadaptación **escolar**; y si se da en el ámbito comunitario, excluidos los dos ámbitos anteriores, entonces suele hablarse de inadaptación **social**. No obstante, hay autores que prefieren denominar a los tres últimos fenómenos inadaptación social, estableciendo entre ellos, unas veces, un tipo de relación evolutiva y, otras, una especie de determinismo recíproco o de correlación. Al parecer, los principales factores por los que se podría llegar a la inadaptación parecen proceder de diferentes tipos de entorno: carencial o patológico (biofisiológico, cognitivo...), familiar, escolar (de aprendizaje), social, laboral, comunitario, etc.

2.4.2.2 Relación entre la Adaptación y el Rendimiento Académico

Con el propósito de analizar la relación de cinco perspectivas de la adaptación de los niños en edad escolar: profesor, padres, compañeros, escala de valores personales y observaciones del comportamiento, y el propósito secundario de examinar la relación entre adaptación y obtención de conocimientos, comparando contextos urbano-suburbial, hombre-mujer y niños enviados o no a programas de adaptación, en [McKim and Cowen, 1987] se encontró una concordancia baja-moderada entre las cinco perspectivas de adaptación y, respecto a la relación entre la adaptación y obtención de conocimientos, salieron peor parados los niños de suburbios, las niñas y los niños con problemas mentales, respectivamente. Muchos inadaptados llegan con sus problemas a las escuelas normalmente; pero, otros, también numerosos, se van forjando día a día, desgraciadamente, a lo largo del proceso educativo, especialmente, como producto de malas actuaciones profesionales. En el primer sentido, **el fracaso escolar es una consecuencia de la inadaptación**. El niño escolarmente inadaptado presenta síntomas muy variados que van desde las pequeñas indisciplinas de la clase al absentismo escolar. El resultado es siempre el mismo: el retraso del niño inadaptado, manifestado por su retraso académico. Esta inadaptación se manifiesta como:

1. Trastorno y variaciones en el rendimiento.
2. Trastornos de la conducta y las relaciones sociales con sus compañeros.
3. Trastornos de la salud física o mental.

El alumno inadaptado vive su situación como una dificultad de relación con el ambiente, lo que se traduce en problemas de relaciones personales con los educadores y compañeros, y en el enrarecimiento del ambiente familiar. Al percatarse de estas relaciones, se genera en él una difusa

ansiedad y temor ante las calificaciones, que le producirá un fuerte sentido de inseguridad. Esta situación reviste especial dificultad en determinados momentos coyunturales de cambio de situación en las que existe un equilibrio relativo, sobre todo en los cambios de ciclos y, especialmente, en los de etapas educativas (ingreso en la escuela, paso de Educación Infantil a Primaria, de esta a Secundaria, etc.). Dentro de este contexto, es conveniente analizar, particularmente, la repercusión de las dificultades de aprendizaje (*learning disabilities*) en la adaptación, ya que un creciente conjunto de investigaciones muestran que estos niños manifiestan problemas significativos de conducta o déficit en su desenvolvimiento social, [Bender and Smith, 1990], y son a menudo mal aceptados por sus semejantes que no tienen esas dificultades, [Bryan, 1974, 1976; Sheare, 1978; Scranton and Ryckman, 1979; Gresham and Reschly, 1986; Sater and French, 1989; Bursuck, 1989; Stone and Lagreca, 1990; Vaughn et al., 1990].

Otra importante faceta de la adaptación social, es la perspicacia de los niños sobre su aceptación social. Si los niños piensan que son socialmente competentes y aceptados, es muy importante para su adaptación personal, [Asher and Coie, 1990]. A pesar de su estatus sociométrico, los niños que se dan cuenta de estar sin amigos, sufrirán probablemente de soledad y de sentimientos de inquietud personal (ansiedad social). Además de ser importantes por sí mismos, parece que tales sentimientos van a influir probablemente en las acciones interpersonales y en las relaciones entre semejantes.

2.4.2.3 Estudios entre la Adaptación y el Rendimiento Académico

Acabamos de ver en el apartado anterior la importancia de la adaptación y su influencia sobre el RA, reflejada en numerosos trabajos, de los que se pasan a comentar algunos de ellos.

1. **Inteligencia Emocional y adaptación socioescolar**, [Guil-Bozal et al., 2006].

“El fin último de la educación es contribuir de forma significativa a la correcta socialización del alumnado. Que nuestros jóvenes se conviertan en miembros adecuados y adaptados de su sociedad y en interacción con otros, desarrollen las maneras de pensar, sentir y actuar que son esenciales para la participación eficaz en la sociedad”, [Van der Zanden, 1986].

Al igual que se socializan comportamientos/pensamientos, las emociones requieren ser socializadas. Es por ello que se destaca la necesidad de contemplar el desarrollo de la educación emocional como un componente esencial en la formación integral de la persona y, por supuesto, de extraordinario interés para el psicólogo interesado en la intervención educativa así como la del profesional responsable en optimizar su eficacia, [Guil and Mestre, 2003].

En este sentido, el desarrollo de la inteligencia emocional (IE) se nos presenta no sólo como una herramienta útil, sino como una necesidad para garantizar un adecuado ajuste emocional de nuestros jóvenes.

Dado que seguimos pensando que las notas pesan mucho y pueden guardar una importante relación con otros indicadores de **adaptación socioescolar**, en este trabajo se plantea, en primer lugar, analizar la posible relación entre las notas medias del alumnado y otras variables actitudinales y de motivación, y posteriormente **conocer el valor predictivo de la IE sobre las mismas**, así como sobre otras que, si bien no correlacionen de forma estadísticamente significativas con las notas, sí que las consideremos indicadores adecuados de adaptación social. A su vez, y dada la polémica entre los defensores de los modelos mixtos de IE (caracterizados por considerar la IE constituida tanto por habilidades mentales como por atributos de personalidad), frente a los del modelo de habilidades (la consideran constituida exclusivamente por habilidades mentales), [Guil and Mestre, 2004], se estudiará, en cada una de ellas, el valor predictivo de la IE frente al de variables de personalidad y medidas de inteligencia general.

En el presente estudio se plantean los siguientes objetivos: i) Conocer qué actitudes y estrategias cognitivas sociales, variables motivacionales y estrategias de aprendizaje caracterizan al alumnado con mejor RA. ii) Evaluar el valor predictivo de la IE sobre las actitudes y estrategias cognitivas sociales, variables motivacionales y estrategias de aprendizaje que caracterizan al alumnado con mejor RA. iii) Comprobar el valor predictivo de la personalidad y la inteligencia general en las actitudes y estrategias cognitivas sociales, variables motivacionales y estrategias de aprendizaje que caracterizan al alumnado con mejor RA. iv) Evaluar el valor predictivo de la IE y su peso respecto a la personalidad y la inteligencia general sobre otras actitudes y estrategias cognitivas, que si bien no correlacionan con las notas, las consideramos indicadores de socialización.

Como conclusiones de este estudio, se han obtenido las siguientes:

- Aunque nos seguimos reafirmando en la idea de que las notas no lo son todo, sí que se nos revelan como una variable de criterio objetiva y adecuada en torno a la cual definir criterios de adaptación socioescolar.
- El entrenamiento del alumnado en competencias socioemocionales repercutirá favorablemente en el expediente académico del alumnado y en una mejor adaptación en aquellos aspectos que aparecen vinculados al éxito académico, así como en otros vinculados a la adaptación social que no correlaciona necesariamente con las notas.

- La IE presenta su propio peso predictivo sobre distintas variables vinculadas a la adaptación social, frente a variables de personalidad y de inteligencia general.
- Si bien la IE no se nos revela como la principal variable predictora de la adaptación socioescolar, sí que manifiesta tener capacidad predictiva significativa con suficientes e importantes elementos, como para justificar plenamente la necesidad de poner en práctica programas educativos para su desarrollo.

2. La información indirecta en los tests: Características de los sujetos con respuestas contradictorias, [Jiménez-Betancort, 1997].

Son de destacar las conclusiones a las que se llega en esta memoria:

- En los alumnos de 5º de E.G.B., se suelen encontrar tanto a través del análisis correlacional como de varianza, una alta relación entre el nivel de contradicciones del T.A.M.A.I. y las variables relacionadas con los estilos inadecuados de las madres y los padres (en ese orden), y los distintos factores o áreas de inadaptación (especialmente la social y escolar) y el factor de baja proimagen. Se presenta así un perfil psicológico de la niña o niño que se contradice como aquella o aquél que percibe a su madre excesivamente normativa, perfeccionista, permisiva y no proteccionista, mientras que al padre lo ve despreocupado, perfeccionista y permisivo. Se encuentra inadaptado escolarmente, presentando aversión hacia la institución escolar. Su rendimiento y capacidad intelectual tienden a ser bajos. Y, en las áreas personal y social, se caracteriza por su hostilgenia; es decir por su desconfianza y sentimientos de víctima, por la agresividad social y por ser introvertido y extrapunitivo.
- En los alumnos de B.U.P., si bien las relaciones son por lo general inferiores a las encontradas en E.G.B., se observa, al igual que allí, la importancia de los estilos educativos de las madres y padres. También destaca la relación con el área de inadaptación social. Por contra, aparece el área de inadaptación personal por encima de la escolar, así como la relación de la discrepancia entre los estilos educativos, sensiblemente superior a la hallada en 5º de E.G.B. El adolescente que se contradice en el T.A.M.A.I., percibe desatención e incluso marginación afectiva, hostilidad y rechazo por parte de su madre, también se ven rechazados por su padre (mientras que los sujetos que no se contradicen reciben una educación personalizada y de asistencia por parte de la madre y proteccionismo por parte del padre). En el terreno escolar se muestran indisciplinados, poco motivados y con aversión al profesor. En el ámbito personal se muestran tímidos, intrapunitivos, autosuficientes y, en general, insatisfechos consigo mismos.

- De estas relaciones se deducía la existencia de dos factores que estarían incidiendo en la presencia de contradicciones. Una más relacionada con los aspectos emocionales, más propia de los escolares de menor edad, y otra más relacionada con inadaptaciones de tipo cognitivo, más propia de los alumnos de bachillerato.
- Si bien el análisis de covarianza que intentaba averiguar las diferencias entre las contradicciones en función del tipo (emotivo vs. cognitivo) y dirección de los reactivos (perturbador vs. no perturbador), no parece presentar resultados concluyentes, sí se aprecia una tendencia (en algunos casos diferencias significativas), en la línea de que las contradicciones en la adolescencia se deben más a aspectos de tipo cognitivo que emotivo, tal como se había previsto en el estudio primero.
- Al no observarse relación alguna entre la tendencia a contradecirse y el grado de comprensión de lo que es una contradicción, ni tampoco con el grado de conciencia de haberse contradicho, se deduce que las razones de cometer contradicciones no hay que buscarlas en estos motivos (intelectivos o conscientes), sino en las características de personalidad y adaptación de los sujetos.
- Las razones aportadas por los alumnos para justificar el haber cometido contradicciones se centran principalmente en la falta de seguridad y en el desconocimiento de sí mismos, así como en su posible comportamiento en situaciones como las que se presentaban en el AXIOMAT.
- Se han observado dos tipos de contradicciones claramente diferenciadas. Unas de tipo axiológico (recogidas por el AXIOMAT) y otras de tipo ontológico o personal (recogidas por el T.A.M.A.I.).
- Las dos medidas de contradicciones utilizadas en la investigación, resultan válidas para discriminar entre los sujetos adaptados e inadaptados. Si bien habría que matizar que la del T.A.M.A.I. prácticamente discrimina en todas las variables de inadaptación, mientras que la del AXIOMAT lo hace especialmente en las inadaptaciones de tipo social y escolar, resultando ambas medidas complementarias. La interpretación del posible modelo puede hacerse de dos maneras distintas, si bien ambas son, en muchos aspectos, coincidentes.

Se pueden analizar estos resultados de dos maneras:

La primera, analizando exclusivamente las características de los sujetos en función de las contradicciones cometidas bien en el T.A.M.A.I. o bien en el AXIOMAT, independientemente, sin tener en cuenta los resultados obtenidos en una prueba respecto de la otra prueba.

La segunda, analizando los resultados hallados en las dos pruebas conjuntamente. Para ello, se tiene en cuenta los grupos de sujetos que presentan altas contradicciones en ambos cuestionarios; los que tienen altas contradicciones en uno y bajas en el otro, o bien bajas en los dos, así como otras posibles combinaciones.

Resultados vistos de forma independiente. El modelo parte de que existen diferentes tipos de contradicciones en las distintas esferas de la personalidad y que éstas afectan de manera diferente a la adaptación y al comportamiento en general. De los posibles tipos de contradicciones nosotros hemos considerado dos: las contradicciones medidas por el T.A.M.A.I. y las contradicciones medidas por el AXIOMAT. A las primeras se las denomina, convencionalmente, “**ontológicas**”, porque son contradicciones que surgen al evaluarse a sí mismo, a la propia conducta o a todo aquello que afecte a las relaciones con el mundo y con las personas, en momentos distintos. En ellas, los sujetos de altas contradicciones tienden a estar más insatisfechos e inadaptados en todas las áreas, especialmente en la personal, resaltando el tener un ambiente y educación familiar inadecuado. A las segundas se las hemos denomina “**axiológicas**” porque son contradicciones que surgen al comparar la evaluación de los propios criterios de actuación expresados con las posibles reacciones ante situaciones determinadas. Por contra, los de bajas contradicciones se destacan principalmente por tener una mejor adaptación general, pero especialmente en lo personal, así como un ambiente y educación familiar más adecuado.

Estos resultados vienen a indicarnos:

- Que ambos tipos de contradicciones (“ontológicas” y “axiológicas”) se asocian con aspectos de inadaptación en general.
- Que las contradicciones de tipo “axiológico” afectan especialmente a las áreas externas, es decir, escolar y social.
- Que las contradicciones de tipo “ontológico” afectan a todas las áreas, pero destacan especialmente, en comparación con las axiológicas, en las más íntimas: la personal y la familiar.
- Que las contradicciones de tipo axiológico, es decir, tienen un especial reflejo en el quehacer y entorno social de las personas. De manera que los grupos de altas contradicciones se caracterizan, a su vez, por un mayor desajuste con el mundo en que viven. Ello es debido a no saber o no poder armonizar lo que se piensa o aspira (DEBER SER o HACER) con lo que en realidad se apetece o se hace (QUERER SER o HACER).
- Que las contradicciones de tipo “ontológico” pueden estar derivadas de un conocimiento más frágil y variable de sí mismo, siendo ambos aspectos producto o reflejo de un bajo nivel de autovaloración y seguridad.

- Que la relación encontrada, tanto en E.G.B. como en B.U.P., de las contradicciones de tipo “ontológico” con el ambiente y educación familiar de los sujetos, viene a destacar la importancia que tiene el “nicho” y el “andamiaje” educativo de la familia. ¿Por qué?. Porque genera “referencias” cognitivas afectivas sólidas para la construcción de un modelo realista y ajustado de sí mismo, coincidiendo con la idea de inteligencia intrapersonal de Gardner, [Gardner, 1993].
- Que las relaciones encontradas con educación familiar, teniendo en cuenta los distintos matices educativos, indica que las actitudes educadoras restrictivas son, en general, las más perniciosas. Es decir, las actitudes de rechazo, castigo, censura, falta de respeto, marginación, abandono, etc, son las que provocan mayor número de contradicciones.

3. ¿Qué ocurre con la adaptación y el RA de los alumnos, en un contexto educativo pluricultural?, [Ramírez et al., 2003].

El problema fundamental con el que nos encontramos es que la población escolar de la Comunidad Musulmana Ceutí sufre un alto déficit en su RA, constatado especialmente por la evidencia de los datos aportados por las evaluaciones académicas (profesores/MEC), lo que demuestra un alto índice de fracaso escolar. Dado que se trata de una minoría étnica con cantidad de carencias, sobre todo, socio-económicas y educativo-culturales; tal vez, su posible mala adaptación tenga algo que ver con todos los problemas que padecen.

Para su estudio/análisis, el problema se descompone en los siguientes problemas específicos:

- Qué tipos y niveles de adaptación tiene la población escolar de las comunidades ceutíes cristiana y musulmana, individualizada y diferencialmente, por culturas y sexos.
- Qué tipos y niveles de RA tiene la población escolar de las comunidades ceutíes cristiana y musulmana, individualizada y diferencialmente, por culturas y sexos.
- Qué relaciones existen entre la adaptación y el RA de los alumnos de la población escolar de las comunidades ceutíes cristiana y musulmana, individualizada y diferencialmente, por culturas y sexos.

En consecuencia, se han formulado las siguientes hipótesis:

I. General: La adaptación de la población escolar de las comunidades ceutíes cristiana y musulmana, afecta significativamente a su RA, especialmente a la última.

II. Específicas:

- Existen diferencias significativas en los tipos y niveles de adaptación de la población escolar de las comunidades ceutíes cristiana y musulmana, individualizada y diferencialmente, por culturas y sexos.

- Existen diferencias significativas en los tipos y niveles de RA de la población escolar de las comunidades ceutíes cristiana y musulmana, individualizada y diferencialmente, por culturas y sexos.
- Existen relaciones significativas entre la adaptación y el RA de los alumnos de la población escolar de las comunidades ceutíes cristiana y musulmana, individualizada y diferencialmente, por culturas y sexos.

Tras el análisis de los datos obtenidos podemos concluir lo siguiente:

- Respecto a la **hipótesis general**, podemos afirmarla en el sentido que indican las hipótesis específicas (subhipótesis) planteadas: La adaptación de la población escolar de las comunidades ceutíes cristiana y musulmana, afecta significativamente a su RA, especialmente a la última.
- Respecto a la **primera hipótesis específica**, podemos afirmarla en el siguiente sentido:
 - a) En el caso de la población escolar de la comunidad ceutí, por culturas (cristiana y musulmana), existen diferencias estadísticamente significativas en todos los factores de la adaptación analizados excepto en la adaptación social, obteniendo los mejores resultados los alumnos cristianos (parecen estar mejor adaptados).
 - b) En el caso de la población escolar de la comunidad ceutí, por sexos:
 - i) En general, para todos los alumnos (cristianos y musulmanes) juntos, podemos decir que existen diferencias estadísticamente significativas en la adaptación familiar, escolar y global, obteniendo las chicas mejores resultados.
 - ii) En el alumnado cristiano, se han hallado diferencias estadísticamente significativas en la adaptación escolar entre chicos y chicas, obteniendo las chicas los mejores resultados.
 - iii) En el alumnado musulmán, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre chicos y chicas.
- Respecto a la **segunda hipótesis específica**, se puede afirmar en el siguiente sentido:
 - a) En el caso de la población escolar de la comunidad ceutí, por culturas (cristiana y musulmana), existen diferencias estadísticamente significativas en el RA en todas las áreas curriculares y globalmente, obteniendo los mejores resultados los alumnos cristianos.
 - b) En el caso de la población escolar de la comunidad ceutí por sexos: En general, para todo el alumnado (cristiano y musulmán) junto, en cuanto a las diferencias en el RA por sexo, podemos decir que no existen diferencias estadísticamente significativas entre chicos y chicas. En el alumnado cristiano, no se han hallado

diferencias estadísticamente significativas en el RA entre chicos y chicas. En el alumnado musulmán, tan sólo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el caso del rendimiento en el área de Ciencias Sociales, obteniendo las chicas mejores resultados.

- Respecto a la **tercera hipótesis específica**, podemos afirmarla en el siguiente sentido:
 - a) En el caso de la población escolar de la comunidad ceutí, por culturas (cristiana y musulmana) conjuntamente, el RA global del alumnado está determinado por las siguientes variables: adaptación escolar, adaptación familiar y adaptación personal. Es decir, que estos factores de la adaptación, predicen el RA de los alumnos.
 - b) En el caso de la población escolar de la comunidad ceutí cristiana, la única variable que predice el RA global es la adaptación escolar.
 - c) Y en el caso de la población escolar de la comunidad ceutí musulmana, también, la única variable que predice el RA global es la adaptación escolar.

Finalmente, al comparar la proporción de escolares inadaptados, se observa que entre la clase social más alta y la más baja se produce un incremento en esta última cercano al 17 %, en el sentido de interpretar como clase social más alta a la mayoría autóctona dominante (cristiana) y como clase más baja a la minoría inmigrada (musulmana). En cuanto al sexo, se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre chicos y chicas en su adaptación escolar que, quizás, pudiera explicar la afirmación de Hernández, [Hernández and Jiménez, 1983], en el sentido de que los niños muestran menor control social, mayor agresividad, una actitud menos favorable hacia el aprendizaje y menor satisfacción con el ambiente familiar en comparación con las niñas.

4. **Cómo se relacionan el Status Sociométrico y la Adaptación Escolar en Alumnos de Sexto de Primaria**, [Portillo, 2006].

Este estudio trata de analizar las relaciones escolares entre los compañeros y la adaptación escolar en la variable RA de los alumnos de 6º curso de educación primaria de tres colegios públicos de Málaga, de clase social desfavorecida. La aportación ha sido valorar esta misma afirmación en un ámbito social determinado y con pruebas adaptadas a ese entorno. Las hipótesis de trabajo son que el status sociométrico correlaciona de forma alta y positiva con el RA (inteligencia general) y con las calificaciones académicas (notas). Los resultados indican que los niños de status sociométrico alto obtienen además altas puntuaciones en las pruebas de inteligencia general e igualmente ocurre con sus notas. En cambio, la relación no está tan definida entre los niños de status sociométrico bajo y medio, a un nivel de significación $p < 0,05$.

Los resultados indican que existen diferencias significativas entre los grupos de calificaciones escolares con relación a la preferencia social. El pertenecer a uno de estos grupos de calificaciones está relacionado con el status sociométrico al que pertenece el alumno. Existen diferencias significativas al comparar los grupos bajo y alto y los grupos medio y alto. Es decir las calificaciones escolares se ven afectadas por el grupo de preferencia social al que pertenecen los alumnos en los niveles bajo-alto y medioalto, obteniéndose mejores notas escolares cuanto más alto es el grupo de status al que pertenece el alumno. La relación no está tan clara si comparamos los grupos bajo y medio pues no hay diferencias en las notas por pertenecer a un grupo o a otro.

Las calificaciones escolares, en todos los grupos se ven afectadas por los resultados en el test de Inteligencia General y Factorial (IGF), a pesar de que actualmente las notas escolares dan muy poca información. Las notas escolares están relacionadas con la inteligencia en los niveles de inteligencia baja, media y alta. Es decir, cuanto mejor es la inteligencia se obtienen mejores calificaciones escolares.

Se observa un paralelismo total entre los resultados obtenidos al comparar la preferencia social y el índice de preferencia tanto con las calificaciones escolares, como con los resultados del test de inteligencia general. Por tanto podemos decir, que en cada uno de los grupos las calificaciones escolares y la inteligencia general se ven afectadas de igual forma.

En resumen, la relación más clara está entre los resultados del test de inteligencia y las calificaciones escolares. No se puede afirmar lo mismo en cuanto a calificaciones académicas y la inteligencia cuando se ven afectadas por el grupo de estatus sociométrico al que pertenecen los alumnos.

2.4.3 Estudios en los que intervienen otros factores

1. Aspectos de la Personalidad y Rendimiento Académico. Distrito Lasallista México Norte, Comisión de la Misión Educativa.

La presente investigación realizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en el año de 1989, aborda la influencia en el RA de algunos aspectos de la personalidad del educando, como son los referidos a las técnicas y hábitos de estudio. La presente investigación se centra en los factores referidos a la inteligencia, índices de adaptación (familiar, fisiológica y social) y **hábitos de estudio**.

Es norma general entre los investigadores tomar las calificaciones escolares como un índice operativo del rendimiento escolar. La calificación denota, en alguna medida, el rendimiento objetivo del alumno y en función de este criterio la sociedad selecciona a los individuos

para el ejercicio profesional y les gratifica. Por tales razones, se ha adoptado el criterio de las calificaciones escolares para definir operativamente el RA.

Como objetivo fundamental de este trabajo, se propuso determinar si el RA del educando se relaciona positivamente con algunos aspectos de su personalidad, tales como inteligencia, adaptación psicosocial y hábitos de estudio.

Estas fueron, en resumen, las conclusiones:

- Los **hábitos de estudio** influyen positivamente en el rendimiento escolar, más que la inteligencia y la adaptación familiar, fisiológica y social.
- La **diligencia en el estudio** y el **método de trabajo** son los factores más relacionados con el RA y, por ende, los que mejor predicen el éxito escolar.
- La inteligencia no se relaciona aparentemente con el RA.
- La adaptación psicológica no aparece relacionada con su RA.
- Si se quiere obtener un rendimiento óptimo del alumno, se debe fomentar la diligencia en el trabajo y la ordenación racional de tiempo dedicado al estudio.

2. Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la Educación Secundaria, [Lozano Díaz, 2003].

Los diversos estudios que intentan explicar el fracaso escolar lo hacen partiendo de variables que aluden a los tres elementos que intervienen en la educación: padres (determinantes familiares), profesores (determinantes académicos) y alumnos (determinantes personales). Entre las variables personales más estudiadas se encuentra la motivación y el autoconcepto. La **motivación** se considera como un factor propiciador de la implicación del sujeto que aprende: cuando un alumno está fuertemente motivado todo su esfuerzo y personalidad se orienta hacia el logro de una determinada meta, empleando para ello todos sus recursos.

Otro grupo de determinantes del rendimiento son los sociofamiliares. La condición educativa atribuida a la familia está fuera de toda duda y discusión, siendo cada vez mayor la conciencia de la importancia del papel de los progenitores en el progreso y desarrollo educativo de sus hijos. Schiefelbaum y Simmons (citado en [Adell, 2002]) consideran los antecedentes familiares el determinante individual de mayor importancia y peso en el RA alcanzado por el alumno. Entre los factores familiares de mayor influencia destacan las variables de la **clase social** y el **medio educativo y familiar**.

El objeto de este trabajo fue hallar evidencias de la influencia sobre el fracaso escolar de un conjunto de variables de diversa índole....Como objetivos se propusieron: ver en qué grado las diferentes variables se relacionan entre sí e influyen y explican el fracaso escolar;

e intentar establecer la incidencia diferencial que puede presentar cada variable sobre el fracaso escolar. Para ello se establecieron las siguientes hipótesis de trabajo:

- H1: Las variables personales (edad), académica (curso) y familiares (nivel de estudio de los padres) junto a variables afectivo motivacionales (variables del cuestionario) deben ser capaces de predecir, conjuntamente, el fracaso escolar en mayor medida que de forma aislada.
- H2: las variables personales (edad), académicas (curso) y familiares (nivel de estudio de los padres) deben ser capaces de predecir el nivel afectivo motivación del alumno.
- H3: las variables personales (género y edad, familiares, estudios del padre y de la madre) y académicas (I.E.S., grupo y ciclo) deben incidir en el RA del alumno, así como en su nivel afectivo motivacional.
- H4: las variables afectivo motivacionales deben incidir en el nivel de rendimiento del alumno.

Los **resultados** obtenidos avalan, aunque diferencialmente, las hipótesis previas establecidas en este trabajo.

La primera hipótesis se vio parcialmente cumplida ya que el nivel de estudios de la madre no mostró capacidad predictiva del RA, al no influir indirectamente en el RA, sino a través de su influencia directa sobre la Motivación Académica.

La segunda hipótesis se vio también cumplida en parte, ya que únicamente desde las dimensiones de Entorno Educativo y Motivación Académica se predice significativamente el rendimiento.

De cara a H2, la variable afectivo motivacional más explicada por las variables predictivas es el **entorno académico**, que mantiene una relación positiva con los estudios del padre y el curso, y negativa con la edad; es decir, que son los alumnos repetidores los que mantienen una puntuación baja en esta dimensión. La Motivación académica también es explicada negativamente desde la edad pero no del curso. Ello implica, que esta relación negativa es debida a los alumnos que presentan un mayor fracaso, [Burgaleta et al., 1998]. A medida que suben de curso los alumnos también manifiestan percibir menos apoyo social. Esto puede ser debido a que profesores y padres se despreocupan al ver que el alumno se desenvuelve bien. O también, puede ser debido a que el alumno sea dejado “por imposible” dado su mal rendimiento. La valoración académica y afectiva es la segunda dimensión más explicada por dos de los regresores: el curso y los estudios de la madre.

Para la tercera y cuarta hipótesis, el anova con el factor edad mostró el efecto esperado de que son los alumnos mayores los que mayor índice de fracaso presentan (los repetidores

se acumulan con la edad); el manova sobre los aspectos afectivo motivacionales verifica la capacidad explicativa de la edad en la variación de la puntuación en el *entorno académico, motivación académica y apoyo social*. Con relación al **género**, se constata el hecho de que las mujeres rinden mejor que los varones, aunque este factor no incide diferencialmente en la varianza de los factores afectivo motivacionales.

El análisis de varianza efectuado con el **nivel de estudios del padre y de la madre** matizan los resultados obtenidos con el análisis de regresión. Nuevamente, el nivel de estudios del padre es capaz de explicar la variación del rendimiento y en la *motivación académica*, mientras que el **nivel de estudios de la madre** sólo es capaz de explicar la variación motivación académica (aunque de modo más significativo que los estudios del padre). Este factor influye indirectamente en el rendimiento, a través de la motivación académica que, recordemos, era la variable afectivo motivacional con mayor poder predictivo del rendimiento.

El análisis de la varianza sobre los factores I.E.S., grupo y ciclo, muestran diferentes niveles de interacción con el rendimiento y los aspectos afectivo motivacionales. En relación al I.E.S. aparece un rendimiento significativamente inferior en uno de los institutos que es, además, el único que presenta variaciones significativas en *valoración académica y afectiva*. El hecho de que los alumnos del I.E.S. con rendimiento más bajo sean los que puntúan más alto en esta dimensión afectivo motivacional, mueve a pensar el que tal valoración pueda ser resultado del fracaso escolar.

El último anova efectuado nos permitió confirmar, parcialmente, la última hipótesis de trabajo. La variable con mayor potencia explicativa de la varianza del rendimiento es la **motivación académica**, cuyo nivel desciende a medida que desciende el rendimiento, de forma coherente con otras evidencias empíricas previas, [Roces et al., 1995; Campuzano, 2001; Checa, 2000]. La motivación también desciende con la edad aunque más lentamente si el rendimiento es bueno. El entorno académico también presenta poder explicativo, en la misma dirección, del rendimiento. Las dimensiones valoración académica y afectiva y apoyo social no explican el rendimiento.

3. Factores que distinguen y explican el rendimiento académico diferencial de alumnos repetidores y alumnos cuya edad escolar coincide con su edad cronológica, [Castejón et al., 1997].

La finalidad del presente trabajo de investigación es establecer el peso que las percepciones de los alumnos acerca de su ambiente familiar, escolar y social, junto con factores de tipo personal (inteligencia, autoconcepto, aptitudes, etc.), tienen en la predicción/explicación del RA según los diferentes tipos de estatus sociométrico que aquéllos detentan.

G. Sacristán, [Gimeno-Sacristán, 1976], obtiene una correlación de 0.73 entre el RA y el estatus sociométrico, y dice que “los alumnos más populares entre sus compañeros de clase tienden a ser los mejores alumnos en cuanto a su capacidad de rendimiento demostrada” (p. 207), aunque se plantea que la “coincidencia entre estatus sociométrico y rendimiento sea producida por un tercer factor común, general a esas dos variables” (p. 209). Este tercer factor sería, para Gimeno, cualidades de personalidad: tener espíritu de equipo, ser organizador, no molestar a los demás, ayudar a los compañeros en las tareas escolares, poseer capacidad, ingenio, iniciativa, etc., Putallaz y Sheppard, [Putallaz and Sheppard, 1990], encontraron que los chicos de bajo estatus sociométrico tienden a competir para lograr su propio beneficio, mientras que los de alto estatus tienden a actuar para lograr el beneficio mutuo. En [Ma et al., 1996] se encontraron que el RA correlaciona negativamente con los comportamientos antisociales y positivamente con los sociales.

Para Page, [Page, 1990], “el hecho de disfrutar de una buena aceptación social por parte de los compañeros facilita un mejor ajuste personal y permite un mejor desarrollo de las facultades intelectuales” (p. 115). Estos autores señalan que el hecho de que un alumno no se sienta aceptado por sus compañeros puede conducir a que dicho alumno se inhiba en las situaciones de enseñanza-aprendizaje, y que esto acarree la obtención de malos resultados académicos.

En relación con el resto de variables utilizadas en esta investigación, se puede decir que:

- *La inteligencia*, y las aptitudes intelectuales, está entre los factores personales más investigados en relación con el aprovechamiento escolar.
- La investigación sobre las relaciones que se dan entre la *motivación* y *el RA* no es concluyente. Esto puede ser debido a que, como se señala en [Pelechano, 1975], las conexiones entre motivación y aprovechamiento escolar están mediatizadas por otros factores tales como la inteligencia.
- La investigación sobre las relaciones existentes entre el *autoconcepto* y *el RA* de los alumnos, ofrece datos que nos permiten establecer que es el componente académico del autoconcepto el que mantiene una relación más estrecha con el aprovechamiento escolar de los alumnos.
- Con respecto a la **clase social**, casi todos los estudios apoyan la idea de que los resultados escolares o las expectativas de aprovechamiento futuro son mejores a medida que se asciende en la escala social. Diversos autores van en una dirección que señala a los factores socioculturales (uno de los cuales es el **clima educativo familiar**) como responsables de ejercer un efecto directo sobre el RA de los hijos. La influencia de la

clase social sobre el rendimiento no sería directa sino indirecta a través de sus efectos sobre los citados factores socioculturales.

- En lo que respecta al *clima educativo familiar* son numerosos los autores que ponen de manifiesto la importancia que las actitudes, expectativas e implicación de los padres sobre el proceso educativo de sus hijos tienen en el RA. Igual podemos decir sobre el **estilo educativo paterno**, en el sentido de que un estilo democrático favorece el proceso educativo de los hijos y de las relaciones familia-escuela, las cuales cuando son las adecuadas producen que los padres tengan una mayor información sobre cuestiones escolares, un mayor consenso con respecto a lo que se hace en el centro, y una participación en las tareas que los alumnos llevan a su casa.

Las diferencias y semejanzas encontradas entre las ecuaciones explicativas del RA de los alumnos según su estatus sociométrico son:

- La inteligencia forma parte de la ecuación explicativa del RA de todos los grupos de alumnos excepto en el de estatus más bajo.
- Encontramos claras diferencias entre las variables que entran a formar parte de las ecuaciones explicativas de los alumnos de estatus alto y bajo: no hay ninguna variable compartida; en el grupo de estatus alto predominan las variables de tipo perceptivo; y en el grupo de estatus bajo predominan las variables de tipo personal-objetivo.
- En el grupo de alumnos clasificados como de estatus medio–bajo aparecen variables explicativas del RA relacionadas con la adaptación (escolar y personal) y el autoconcepto. Es el único grupo en el que aparecen.
- La inteligencia aparece en la ecuación explicativa del aprovechamiento escolar de todos los grupos de alumnos excepto en el de estatus bajo.
- La percepción que el hijo tiene de la importancia que sus padres le dan al estudio en casa, forma parte de la ecuación de todos los grupos excepto el de estatus alto.

La variable *adaptación personal* (AP) contribuye negativamente a la explicación del RA, lo cual constituye un resultado extraño en nuestro estudio.

La contribución negativa de la variable “estudio en casa” en todos los casos, es debido a que los padres otorgan una gran importancia a que el hijo trabaje en el hogar en el caso de que los resultados en el colegio no sean satisfactorios, siendo esto percibido por el hijo. En el caso de que el niño vaya bien, éste no percibe interés en sus padres por si hace los “deberes” o no. Así, a mayor percepción por parte del hijo de que sus padres le dan una gran importancia al estudio, menor RA.

4. **Factores psicosociales en la predicción del rendimiento académico según el sexo**, [Castejón et al., 1996].

Este trabajo establece los vínculos que diversas variables psicosociales (clima familiar, escolar y social) guardan con el RA en función del sexo del sujeto; en concreto, se estudia la contribución conjunta que hacen estos factores a la predicción del rendimiento. Se toma, para ello, una muestra de 138 alumnos y 132 alumnas, obteniendo mediante análisis de regresión múltiple paso a paso, resultados que establecen: a) diferencias y semejanzas en las correspondientes ecuaciones explicativas del RA; b) la importancia que los factores personales tienen en la explicación del RA; y c) el importante influjo que las percepciones de alumnado sobre los factores psicosociales ejercen en la explicación del aprovechamiento escolar.

5. **Las relaciones Familia–Centro en el 2º Ciclo de E.S.O. Un estudio comparado entre contextos**, [Almodovar, 2002].

La Familia constituye el primer entorno educativo de los hijos y también el principal; pues dado que los padres aportan una acción continuada y estable, su papel es indudablemente muy significativo.

La familia como agente educativo. En la sociedad preindustrial la función educativa estaba implícita en los roles familiares. Pero al llegar la Revolución Industrial, se pasó de un modelo de familia tradicional a un nuevo modelo de familia acorde con las nuevas condiciones sociales (incorporación de la mujer al mundo laboral, trabajo fuera de casa, horarios fijos...). Estos cambios obligaron a las familias a ir relegando sus funciones educativas a instituciones públicas o privadas ajenas a ellas mismas, que poco a poco, fueron tomando algo más de protagonismo frente al papel educativo de la familia. Este interés en valorar el papel educativo de la familia ha ido incrementándose hasta la actualidad, siendo considerado por los expertos como el contexto social y educativo más importante del primer periodo de desarrollo de los niños.

La relación familia–escuela. Familia y Escuela mantienen una relación complementaria para llegar a acuerdos y aunar esfuerzos, no sólo con el fin de aprovechar mejor los respectivos recursos, sino también para conseguir la continuidad que tal objetivo requiere. Los padres pueden proporcionar información relevante sobre sus hijos, que sirva para dar contenido y sentido al trabajo que con ellos se desarrolla en el Centro. Y así, los profesores pueden colaborar con los padres en la búsqueda de respuestas a las necesidades que presentan los hijos en su desarrollo. Pero la mayoría de las veces, a pesar de la evidencia y la necesidad,

esta interacción Familia-Escuela no se produce, debido generalmente a la falta de comunicación, entendimiento y comprensión, tanto de la Familia como de la Escuela; reduciéndose exclusivamente a encuentros burocráticos y puntuales.

Modelos de intervención. Hay familias de muchos tipos. Cualquier intervención debe iniciarse con una evaluación familiar, que va a permitir que el profesional comprenda cómo funciona cada una y entienda las distintas actuaciones, tanto del padre, de la madre y del alumno. Este conocimiento sobre la familia permitirá plantear distintos niveles de intervención, así como la forma y el lugar más adecuados para llevarla a cabo.

Las conclusiones de este trabajo se han abordado desde cinco ángulos: a) Tutores, b) Padres, c) Alumnos, d) Análisis concluyente, e) Juicio de la Investigación:

a. Tutores.

Se ha trabajado con 21 cuestionarios de tutores, de una plantilla total de 26, faltando tres de ellos de cada centro por devolver las encuestas. De los 21 totales, 13 pertenecen al medio urbano y 8 al rural. En el apartado donde se analiza la importancia otorgada a siete aspectos distintos de la Función Tutorial, se ha empleado la media obtenida en las puntuaciones; de tal modo, que no influye para nada la diferencia entre el número de tutores de los dos contextos.

En esencia, el análisis concluyente es el siguiente:

- * Importancia otorgada al P.A.T. Existen diferencias entre los dos contextos. Los tutores del medio rural otorgan más importancia a la acción tutorial que los del medio urbano.
- * Adjudicación de tutorías. Se pretende medir la conformidad con el sistema de adjudicación de tutorías. Los resultados ponen de manifiesto que los tutores del medio rural están prácticamente de acuerdo por unanimidad (salvo un caso), en tanto que los tutores urbanos están mayoritariamente en desacuerdo.
- * Distintos aspectos de la Función Tutorial. Se pedía a los tutores que ordenaran de 1 a 7 (por importancia), siete aspectos básicos de la Función Tutorial. A cada aspecto se le adjudicó una puntuación en función de su lugar de clasificación (se le valoró con 7 al primero y 1 para el último).

Los resultados reflejan que los tutores urbanos valoran más homogéneamente los distintos aspectos que los tutores rurales, es decir, hay menos diferencias entre los distintos aspectos. Los tutores rurales destacan sobremanera la función de “atención a problemas personales” y por el contrario valoran muy bajo la “orientación académica y profesional”.

Valoración de la participación de las familias. Entre contextos, se puede concluir que no existen diferencias significativas.

Percepción del interés de los padres por la educación de sus hijos. Aunque ambos grupos coinciden en situar el mismo como regular, hay una ligera percepción más positiva por parte del grupo rural.

Asistencia y participación en reuniones colectivas Familias/Tutores. Este aspecto está valorado como insuficiente por parte de los tutores que mayoritariamente lo califican rayando el suspenso para el colectivo de padres. Los del contexto rural son ligeramente más benévolos.

b. Padres.

Se pasaron 108 cuestionarios para padres en cada uno de los Centros. Del I.E.S. “El Cañaverál” sólo se devolvieron 37 de ellos, mientras que en el I.E.S. “Valdehierro” se recogieron 52, de lo cual se puede deducir que los padres del medio rural han sido más participativos con el estudio.

Contestación por sexos. Con este ítem se pretendía recoger información acerca del mayor interés del padre o la madre sobre la educación de los hijos. No existen diferencias significativas entre ambos contextos; ya que en los dos fue aproximadamente el doble el número de madres que rellenaron los cuestionarios que el de padres.

A la vista de los resultados, se puede apreciar, que los padres del medio urbano, dan más importancia a la participación que los del medio rural.

Pertenencia al A.M.P.A. En este apartado los resultados son abrumadores. Mientras que en el contexto rural algo más de la totalidad de los padres (52 %) pertenecen al A.M.P.A., en el urbano tan sólo 2 de los 37 encuestados han declarado su pertenencia a la Asociación.

Votan en las elecciones del Consejo Escolar. Este ítem está relacionado con el anterior. Y una vez más, los padres del medio rural se muestran más activos, en una proporción bastante significativa (45 % vs. 27 %).

Valoración del interés del Tutor por los alumnos. No existen diferencias significativas entre los dos grupos de padres, predominando mayoritariamente en ambos la respuesta “suficiente”, que se sitúa en segundo orden de valor, entre “regular” y “mucho”.

Los aspectos que presentan más discrepancias por orden de importancia de las mismas son: i) “Actividades complementarias y extraescolares”. Los padres rurales se sienten más satisfechos, otorgando una puntuación media de 3.0 (en una escala de 1 a 5) por

2.5 adjudican los urbanos. ii) “Orden y Disciplina”. Los padres de Móstoles se sienten más satisfechos con este aspecto que los de Madridejos, siendo las puntuaciones medias de 3.35 por 3.05.

c. **Alumnos.**

De los 89 casos manejados, 43 de ellos pertenecen al medio urbano y 46 al rural, por lo cual la diferencia de casos prácticamente no afectará a las frecuencias.

Grado de satisfacción con algunos aspectos del Centro. El aspecto mejor puntuado, de común acuerdo por ambos grupos, y con notable diferencia sobre los demás, fue el de “la relación con los compañeros”; así mismo, y también en sendos grupos de alumnos, el peor puntuado fue el que se refiere a “las actividades complementarias y extraescolares”.

Importancia otorgada al seguimiento familiar de los estudios. Ambos grupos valoran este aspecto como importante, otorgándole en los dos casos una puntuación media de 4.02 sobre 5.

Valoración familiar de la atención y calidad de la enseñanza en el Centro. Los resultados son prácticamente idénticos en los dos grupos, predominando la categoría de valoración “buena” elegida por la mitad de la muestra, seguido por la de “regular”.

Comentarios y reflexiones sobre temas tratados en reuniones del I.E.S. Los resultados reflejan que en el contexto rural se mantiene más diálogo y reflexión que en el urbano, con diferencias significativas: 93,3 % contra 69,7 %

d. **Análisis concluyente.** Juicio de la Investigación.

Como conclusión final, y a la vista de los resultados obtenidos hay que proceder a rechazar la hipótesis principal y afirmar que sí existen diferencias sustanciales en las relaciones Familia-Centro entre ambos contextos, según el estudio llevado a cabo.

Las familias rurales han resultado ser más participativas y estar más implicadas en el proceso educativo de sus hijos, sustentando esta afirmación en cinco puntos:

- * “Participación en la investigación”.
- * “Pertenencia al A.M.P.A. ”
- * “Votación en elecciones al Consejo Escolar”.
- * “Diálogo intrafamiliar sobre el I.E.S.”.
- * “Colaboración en actividades extraescolares”.

6 . **Características psicológicas y sociales asociadas al desempeño académico,** [Urquijo, 2000].

La influencia que aspectos individuales tan diversos y variados como la inteligencia, la percepción, la memoria, la atención, la adecuación visomotora, los rasgos de personalidad, la

autoconfianza o las estrategias para la resolución de problemas tienen sobre el RA de los alumnos se encuentra extensamente explorada en la bibliografía clásica.

Por lo general, cuando hablamos de aprendizaje escolar nos referimos a un complejo proceso en el que intervienen numerosas variables. Algunas de ellas merecen ser destacadas como, por ejemplo, las condiciones psicológicas (afectivas y cognitivas) del niño para acceder al aprendizaje; la relación con el docente; la metodología de la enseñanza, la valoración social del aprendizaje y el medio socio-económico y cultural.

Asimismo, es posible pensar que el éxito escolar consiste en el equilibrio entre el éxito académico, el social y el personal. Esto se consigue mediante el trabajo conjunto de padres, profesores y alumnos en torno a un proyecto común, para desarrollar capacidades, hábitos y actitudes (intelectuales, volitivas y sociales). Algunas investigaciones como las de [Chapman and Boersman, 1980; Winne et al., 1982; Cooley and Ayres, 1982; Abouserie, 1995] han generado evidencias de que los niños con dificultades crónicas de aprendizaje tienen un *concepto académico de sí mismos mas bajo* que sus compañeros con desempeño académico normal.

Los resultados de este estudio permiten confirmar que “los niveles de diferentes formas de Ansiedad estado, Autoconcepto, Autocontrol, Depresión infantil, Estrategias de aprendizaje, Estrés escolar, Inteligencia (Raven), Nivel socio-económico y cultural, Personalidad (Eysenck), Razonamiento abstracto, Socialización y Status sociométrico en los adolescentes se asocian con los niveles del RA en lengua y matemáticas, variando de acuerdo al sexo, el curso y el tipo de escuela a la que asisten”. Los análisis estadísticos permitieron establecer que existen asociaciones estadísticamente significativas entre estas características psicológicas y sociales y el desempeño académico en términos generales.

Si bien los niveles de correlación pueden caracterizarse como medios o bajos, son estadísticamente significativos y, por ello, podemos hablar de la existencia de una tendencia general que indicaría que a medida que aumentan el autoconcepto, el autocontrol, el nivel de inteligencia, el nivel socioeconómico y cultural de las familias, el nivel de razonamiento abstracto y la aceptación de los padres, y disminuyen los niveles de depresión, de ansiedad, de estrés escolar y de dificultades de socialización de un sujeto, aumenta el desempeño académico en lengua y en matemáticas. Esta tendencia, caracterizada por asociaciones medias y débiles, indicaría que no se trata de las únicas variables que intervienen en el desempeño académico. Por supuesto, el logro escolar es un fenómeno complejo, determinado por innumerables variables. Independientemente de este resultado general, coherente con la literatura, los ni-

veles de asociación y su significación estadística variaron según el sexo, el curso y el tipo de escuela al que concurrían los sujetos.

Estos resultados deberían alertar a los profesionales de la educación sobre los riesgos de realizar generalizaciones amplias que llevan a suponer que las características psicológicas y sociales se encuentran asociadas al desempeño académico de forma generalizada. Hemos presentado evidencias que sugieren que Los resultados reafirman que el aprendizaje de contenidos escolares es un proceso sumamente complejo, que depende de innumerables factores que covarían entre sí. Las diferencias socio-económicas y culturales que caracterizan a los alumnos de escuelas públicas y privadas, sumadas a las diferencias en metodología de enseñanza y a la presión académica (cantidad y calidad de exigencias académicas y el apoyo escolar), la infraestructura, el acceso a la tecnología, la cobertura de las necesidades básicas y la estimulación intelectual en el hogar, permitirían explicar por que los alumnos de las escuelas privadas presentan un nivel de logro significativamente superior.

El apoyo familiar, el status que representa la asistencia a escuelas consideradas socialmente como de excelencia, la asistencia personalizada, la preocupación por la resolución de los problemas académicos y personales de los alumnos a través de gabinetes psicopedagógicos, podrían ser factores de peso en la explicación de este fenómeno. En contraposición, en las escuelas públicas se observa, con mayor frecuencia, la presencia de alumnos desfasados en la edad, por repetición o deserción, factores que influyen en la autoestima y en el desempeño.

Esta situación individual, asociada a las características de las escuelas públicas que atienden poblaciones desfavorecidas y que deben preocuparse por la contención emocional, la satisfacción de necesidades básicas (alimentación y vestido) y la formación de hábitos básicos, incidiría significativamente en el desempeño académico.

Probablemente, el medio familiar, asociado a las características de la institución escolar a la que asisten, determinan características económicas y culturales que pueden limitar o favorecer su desarrollo personal y educativo. Los resultados permitirían sustentar la idea de que existe una estrecha unión entre el éxito académico y el origen social. Desde la perspectiva del aprendizaje, los niños de clases sociales más elevadas pueden interiorizar pautas y conductas académicas relevantes.

El ambiente cultural que los progenitores ofrecen a sus hijos ejerce una poderosa influencia en el proceso de desarrollo de la personalidad, la inteligencia y la socialización. La situación social, cultural y familiar del alumno, resulta determinante del riesgo al fracaso.

No se puede concluir sin destacar, que la realidad educativa no se puede desligar de su componente humano, ya que en el hecho de planificar la enseñanza se debe tener en cuenta

que existen seres humanos diferentes. Y no sólo por sus características personales, sino también por los distintos condicionantes sociales. No se puede ignorar la estrecha relación que existe entre buenos resultados académicos y procedencia social. También, la mayoría de los alumnos de las escuelas privadas poseen recursos sociales y económicos que favorecen su autoestima. Por ello, debemos prestar especial atención y cuidados a los alumnos que asisten a escuelas desfavorecidas, ya que en ellos las características socioafectivas tienen mayor impacto en el aprendizaje escolar.

La Minería de Datos

“Qué maravillosa labor la del cálamo: bebe oscuridad y vierte luz.”

Abu Hafs Ibn Burd al-Asgar. Visir del rey Al-Mutasim. Taifa de Almería. s.X.

3.1 Introducción

El aumento del volumen y de la variedad de información ha hecho surgir la necesidad de una nueva generación de herramientas y técnicas para soportar la extracción de conocimiento a partir de la información disponible. Actualmente, la disciplina que se encarga de la obtención de este conocimiento útil a partir de los datos es el “Análisis Inteligente de Datos”. En [Fayyad, 1996] se define el Análisis Inteligente de Datos, denotado a partir de ahora como AID, como “el proceso no trivial de identificar patrones válidos, novedosos, potencialmente útiles y, en última instancia, comprensibles a partir de los datos”. Como se deduce de esta definición, el AID es un proceso complejo que incluye no sólo la obtención de los modelos que capturan el conocimiento, sino también la evaluación y posible interpretación de los mismos. En esta disciplina, los datos son un conjunto de hechos, y el patrón es una expresión en algún lenguaje que describe un subconjunto de los datos o un modelo aplicable al subconjunto. Los patrones descubiertos deben de ser válidos para los nuevos datos con algún grado de certeza y además deben de ser potencialmente útiles para conseguir obtener un beneficio para el usuario o la tarea que desempeñe. Por último, los patrones deben de ser comprensibles si no inmediatamente, en algún tipo de post-procesamiento posterior.

En el AID nos encontramos que los datos componen la parte más importante de la disciplina, la cual se divide en varias etapas que se van a describir más adelante. Centrándonos en los datos, debemos de tener en cuenta la naturaleza de éstos para asegurar el éxito al finalizar el proceso

del AID. Esto significa que, dependiendo de la naturaleza y de la precisión con la que se hayan obtenido esos datos, las técnicas a aplicar serán diferentes.

En las siguientes secciones vamos a profundizar en las fases que componen el AID y las funciones que cumplen dichas fases en tal análisis.

3.2 El análisis inteligente de datos

Como hemos comentado, el AID es un proceso no trivial de identificación válida, novedosa y potencialmente útil de los patrones comprensibles en los datos, [Fayyad, 1996]. Este proceso complejo, se compone de una serie de fases interactivas e iterativas donde el usuario debe de tomar bastantes decisiones a lo largo del proceso. Concretamente, el proceso del AID se organiza en torno a las cinco fases siguientes, (Figura 3.1) [Han et al., 2006; Hernández et al., 2004; López, 2007; Witten and Frank, 2005]:

- Integración y recopilación de datos
- Preparación de datos
- Minería de datos
- Evaluación e interpretación
- Difusión y uso de modelos

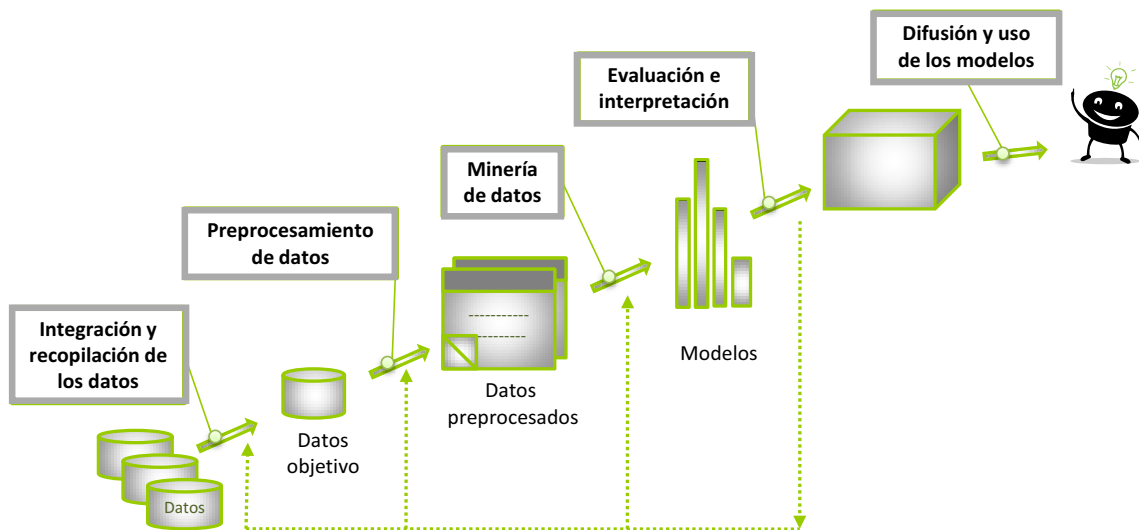


Figura 3.1: Fases del proceso del Análisis Inteligente de Datos

En la primera fase “integración y recopilación de datos” el usuario debe de determinar el dominio de aplicación del problema que se presenta, para identificar el objetivo a cumplir y determinar

las posibles fuentes de información que podrían ser útiles y dónde obtener tales fuentes. Por lo tanto, la salida de esta fase es un conjunto de datos descritos mediante un conjunto de atributos que identifican las variables del problema a resolver.

La segunda fase, la fase de preparación de datos, es una fase determinante en el proceso del AID, ya que el principal objetivo de esta fase es la de llevar a cabo un preproceso en los datos con el fin de mejorar la calidad de los mismos. En esta fase los datos son modificados. Primero se transforman todos los datos a un formato común, frecuentemente mediante un almacén de datos para conseguir unificar de manera operativa toda la información recogida. Después de la transformación inicial de los datos se lleva a cabo un preprocesamiento en los mismos para, por ejemplo, eliminar o corregir algunos datos incorrectos, eliminar datos irrelevantes o incoherentes, etc. Un aspecto importante en esta fase es que el usuario ya debe de haber decidido la técnica de minería de datos a aplicar en la siguiente fase del AID, ya que la salida de esta fase consiste en un conjunto de datos preprocesado con una mayor calidad en los mismos y adaptados a la técnica de minería de datos que vaya a ser aplicada con posterioridad.

La siguiente fase es la minería de datos (que denotaremos como MD). Esta fase también es crucial en el AID, ya que los resultados de esta fase serán claves en la solución final al problema propuesto. En esta fase, el usuario debe de decidir la tarea a realizar y debe elegir el método que se va a utilizar. El objetivo fundamental de la MD es encontrar modelos inteligibles a partir de los datos. Para que este proceso sea efectivo debería ser automático o semi-automático y los modelos descubiertos deberían ayudar a tomar decisiones más seguras que aporten algún beneficio al sistema. La salida de esta fase es un modelo o varios modelos construidos a partir de los datos de entrada provistos por la fase anterior de preprocesamiento. El modelo o los modelos obtenidos dependerán del algoritmo de MD seleccionado como más adecuado para los datos a analizar.

La penúltima fase consiste en evaluar el modelo o los modelos obtenidos en la minería de datos. En esta fase de evaluación e interpretación, el objetivo es analizar y comprender la robustez y la adecuación del modelo obtenido como solución al problema propuesto. Esta evaluación se suele llevar a cabo por expertos en el problema a tratar y es decisión de dichos expertos indicar si el modelo o los modelos provistos son lo suficientemente válidos y/o comprensibles. En caso afirmativo el proceso continuaría con la última fase, pero en caso negativo habría que volver a fases anteriores para realizar una nueva iteración del proceso y conseguir una nueva solución.

Como última fase tenemos la fase de difusión y uso del modelo. En esta fase, una vez que el modelo o los modelos propuestos han sido validados, solamente queda el uso del mismo para obtener la información y conocimiento útil que dicho modelo nos proporciona para solucionar el problema en cuestión.

Aunque todas las fases del AID son fundamentales, nos centramos en la MD que es clave para determinar una buena solución a un problema propuesto.

3.3 La fase de Minería de Datos

La fase de MD es la más característica y una de las más importantes del AID, [Han et al., 2006; Hernández et al., 2004; Witten and Frank, 2005], y, por esta razón, muchas veces se utiliza esta fase para nombrar todo el proceso. La MD es un campo interdisciplinar cuyo objetivo general es predecir salidas y averiguar las relaciones entre los datos, es decir, el objetivo de esta fase es producir nuevo conocimiento que pueda utilizar el usuario.

Pero antes de introducirnos en las tareas propias de la fase de MD, vamos a analizar algunas de las definiciones que nos podemos encontrar en la literatura acerca de este término. Puesto que al ser un concepto tan ampliamente estudiado, existen varias definiciones del mismo. Por ejemplo en [Hand et al., 2001] la fase de MD queda definida como la tarea de analizar datos observados para encontrar nuevas relaciones y para resumir estos datos en nuevas formas que sean comprensibles y útiles para el propietario de los mismos. Las relaciones y los resúmenes obtenidos a través de un ejercicio de MD son referenciadas a menudo como modelos o patrones. Otro trabajo que define el término MD se presenta en [López, 2007], donde los autores la definen como un proceso de descubrimiento de relaciones, patrones y tendencias nuevas y significativas al examinar grandes cantidades de datos. Además, en un trabajo mucho más reciente [Larose, 2014], la MD queda definida como el proceso de descubrir correlaciones, patrones y tendencias significativas y nuevas examinando cuidadosamente una gran cantidad de datos almacenados en los repositorios utilizando tecnologías de reconocimiento de patrones y técnicas estadísticas y matemáticas. En los trabajos [Riquelme et al., 2006; Mitra and Pal, 2005] se indica que dado el reto del constante incremento de los volúmenes de información, podemos definir el término MD como un intento de buscarle sentido a la explosión de información que actualmente puede ser almacenada.

A pesar de las múltiples definiciones que podemos encontrar en la literatura sobre el término MD, hay una visión general que las engloba a todas. Así que podemos considerar la MD de forma general como un proceso o una tarea mediante la cual se estudian los datos con el fin de conseguir información adicional a partir de ellos. Dado el crecimiento de los conjuntos de datos en los últimos años se ha creado la necesidad de crear nuevas tecnologías que utilizan la información y la inteligencia con conocimiento, [Liao et al., 2012]. Por lo tanto, las técnicas de MD que mezclan la información con la inteligencia se han convertido en un área de investigación cada vez más importante, [Fayyad, 1996].

A grandes rasgos, la MD trata de construir un modelo basado en los datos recopilados para este efecto. El modelo es una descripción de los patrones y relaciones entre los datos que pueden usarse para hacer predicciones, para entender mejor los datos o para explicar situaciones pasadas, [Han et al., 2006]. Antes de comenzar con tal proceso es necesario tomar una serie de decisiones, específicamente las siguientes:

- Determinar qué tipo de tarea de minería de datos es la más apropiada para resolver el problema.
- Elegir el tipo de modelo con el que se desea modelar los datos.
- Elegir el algoritmo de minería que resuelva la tarea y obtenga el tipo de modelo que estamos buscando.

Vamos a comenzar describiendo las tareas que se pueden resolver con la MD.

3.3.1 Tareas de la Minería de Datos

Teniendo en cuenta la primera decisión a tomar antes de empezar el proceso de MD debemos de definir las diferentes tareas que se encuentran dentro de ella. Una tarea puede considerarse como un tipo de problema a resolver por un algoritmo. Las tareas que nos encontramos en la MD pueden ser predictivas o descriptivas. Entre las tareas predictivas encontramos la clasificación y la regresión y entre las tareas descriptivas se encuentran el agrupamiento o clustering, las correlaciones y las reglas de asociación, [Witten and Frank, 2005]. A continuación, vamos a analizar brevemente cada una de estas tareas:

- En la tarea de clasificación cada objeto o ejemplo pertenece a una clase expresada mediante un atributo. El resto de atributos del ejemplo se utilizan para predecir la clase. El objetivo de la clasificación es predecir la clase de nuevos ejemplos a partir de la información proporcionada por el resto de atributos. Más concretamente, el objetivo del algoritmo empleado para llevar a cabo la clasificación es maximizar la razón de precisión de la clasificación de los nuevos ejemplos, calculada como el cociente entre las predicciones correctas y el número total de predicciones.
- La regresión consiste en aprender una función real que asigna a cada ejemplo un valor real, es decir, el valor a predecir es numérico. En este caso se trata de minimizar el error entre el valor predicho y el valor real de los ejemplos.
- El agrupamiento (clustering) trata de obtener grupos “naturales” a partir de los datos. Hablamos de grupos y no de clases, porque a diferencia de la clasificación, en lugar de analizar datos etiquetados con una clase, los datos son analizados para generar una etiqueta. Los

datos son agrupados basándose en el principio de maximizar la similitud entre los ejemplos de un grupo minimizando la similitud entre los distintos grupos. Es decir, se forman grupos tales que los objetos de un mismo grupo son muy similares entre sí y, al mismo tiempo, son muy diferentes a los objetos de otro grupo.

- Las correlaciones se usan para examinar el grado de similitud de los valores de dos variables numéricas. Una fórmula estándar para medir la correlación lineal es el coeficiente de correlación r , el cual es un valor real entre -1 y 1. Si r es 1 (respectivamente -1) las variables están perfectamente correlacionadas (perfectamente correlacionadas negativamente), mientras que si es 0 no hay correlación. Esto quiere decir que cuando r es positivo, las variables tienen un comportamiento similar (ambas crecen o decrecen al mismo tiempo) y cuando r es negativo si una variable crece la otra decrece.
- Las reglas de asociación son también una tarea descriptiva, muy similar a las correlaciones, que tiene como objetivo identificar relaciones no explícitas entre atributos nominales. Pueden ser de muchas formas, aunque la formulación más común es del estilo “si el atributo X toma el valor d entonces el atributo Y toma el valor b ”. Las reglas de asociación no implican una relación causa-efecto, es decir, puede no existir una causa para que los datos estén asociados.

Entre todas ellas, las más utilizadas para las tareas predictivas son la Clasificación y Regresión, y para las tareas descriptivas son el Clustering. Veamos un poco más en detalle cada una de ellas.

3.3.1.1 La tareas de Clasificación y Regresión

La tarea de clasificar se presenta en un gran rango de actividades humanas. En este aspecto podemos definir la tarea de clasificación desde diferentes y variados puntos de vista. Usando el término de manera general podríamos indicar que la clasificación cubre cualquier contexto en el cual hay que realizar algún pronóstico o tomar alguna decisión en base a la información que se posee en un momento dado. En este sentido, un procedimiento de clasificación es un método formal que repetidamente juzga nuevas situaciones. En un sentido más restrictivo, se puede enfocar como que el problema de la clasificación se engloba dentro de la construcción de procedimientos a los cuales se les aplica una secuencia continua de ejemplos, donde a cada nuevo ejemplo se le debe de asignar una de las clases ya predefinidas dentro de un conjunto, en base a las observaciones de sus atributos o características.

Todo algoritmo que trate de resolver la tarea de la clasificación intenta construir un modelo (denominado clasificador) a partir de un conjunto de ejemplos o datos de entrada E , denominado conjunto de entrenamiento (este conjunto debe tener ejemplos de cada una de las clases del

problema). Posteriormente, estos clasificadores son usados para inferir la clase de ejemplos desconocidos. Un clasificador se construye a partir de datos con clase conocida, posteriormente es aplicado para predecir valores de clase para ejemplos cuya etiqueta es desconocida. Internamente un clasificador es un algoritmo o expresión matemática que predice un valor discreto para cada entrada. Estos algoritmos trabajan buscando dentro de un espacio de posibles funciones llamadas hipótesis para encontrar una de ellas que sea la mejor aproximación a la función real de inferencia de la clase desconocida.

Generalmente se requieren varias pruebas para encontrar un método de clasificación que sea el mejor en las tareas o problemas a solucionar. Esto justifica el hecho de la existencia de diferentes modelos de clasificación, que abordan el problema desde distintas perspectivas y enfoques.

El proceso de clasificación, de manera simplificada consiste en:

1. Cada ejemplo de un conjunto de datos es rotulado con el valor de un atributo especial. Este atributo recibe el nombre de *clase*.
2. Cada uno de los valores (discretos) que puede tomar este atributo corresponde a una clase diferente.
3. El resto de los atributos de la instancia se utilizan para aprender su clase.

Todos los modelos de clasificación, tienden a describir (en función de su nivel de complejidad) un modelo del sistema que están aprendiendo, [Hernández et al., 2004]. El aprendizaje del modelo es el proceso en el que se obtiene, a partir del conjunto de ejemplos, los parámetros necesarios que forman parte de la descripción del sistema. Se puede distinguir entre parámetros internos y parámetros externos del modelo. Los parámetros internos son aquellos que se estiman mediante un algoritmo de aprendizaje a partir del conjunto de ejemplos. Los parámetros externos son aquellos parámetros que forman parte del modelo pero no son aprendidos. Estos parámetros externos son dados como entrada al algoritmo de aprendizaje y son resultado de algún conocimiento a priori o experimentación previa. En algunos modelos existen estudios ya realizados que aportan el conjunto de valores que deben tomar los parámetros externos para garantizar la convergencia del proceso, buen modelado, etc.

La base para el algoritmo de aprendizaje es la optimización de una función de coste que varía dependiendo del modelo. La forma general de aprendizaje es expresar este coste como una función de los parámetros deseados para la optimización.

Se distinguen dos fases en el aprendizaje, el entrenamiento y el test del modelo aprendido. En la primera fase se trata de hacer que el método de aprendizaje extraiga las conclusiones apropiadas del conjunto de ejemplos de entrenamiento y devuelva un modelo que sea capaz de mostrar lo

aprendido. En la segunda fase se estudia la precisión del modelo aprendido probándolo con un conjunto de datos diferente y estimando, en la mayoría de los casos, unos coeficientes de error.

Una vez que está disponible un modelo del sistema, se puede inferir la clase de ciertos ejemplos a partir del resto de valores conocidos de dicho ejemplo dado del sistema.

3.3.1.2 La tarea de Clustering/Agrupamiento

El análisis cluster (o agrupamiento) se ha aplicado a muchas áreas tales como la medicina, química, estudios sociales, etc. Su principal objetivo es identificar estructuras o grupos en los conjuntos de datos de manera que los objetos de un cluster tenga una “similaridad” alta entre ellos, y baja con objetos de otros clusters. La medida de similaridad estará basada y definida sobre los atributos que describen los ejemplos.

Principalmente hay dos tipos de cluster: el cluster particional y el cluster jerárquico, Witten and Frank [2005].

El cluster particional construye k particiones de los datos donde cada partición representa un grupo. Cada grupo tiene al menos un elemento y cada elemento pertenece a un solo grupo.

El cluster jerárquico tiene por objetivo agrupar clusters para formar uno nuevo o bien separar alguno ya existente para dar origen a otros dos, de tal forma que, si sucesivamente se va efectuando este proceso de aglomeración o división, se minimice alguna distancia o bien se maximice alguna medida de similitud. Los métodos jerárquicos se subdividen en aglomerativos y divisivos. Cada una de estas categorías presenta una gran diversidad de variantes.

- Los métodos aglomerativos comienzan el análisis con tantos grupos como ejemplos haya. A partir de estas unidades iniciales se van formando grupos, de forma ascendente, hasta que al final del proceso todos los ejemplos tratados están englobados en un mismo cluster.
- Los métodos divisivos constituyen el proceso inverso al anterior. Comienzan con un cluster que engloba a todos los ejemplos tratados y, a partir de este grupo inicial, a través de sucesivas divisiones, se van formando grupos cada vez más pequeños. Al final del proceso se tienen tantas agrupaciones como ejemplos han sido tratados.

Los métodos jerárquicos permiten la construcción de un árbol que recibe el nombre de dendrograma en el cual se puede seguir de forma gráfica el procedimiento de unión seguido, mostrando que grupos se van uniendo, en que nivel concreto lo hacen, así como el valor de la medida de asociación entre los grupos cuando éstos se agrupan.

Para encontrar los grupos naturales, la noción de similitud debe ser adaptada al problema particular. La elección de una medida adecuada no es trivial, además, y una vez elegida la medida de similitud, se debe utilizar una función criterio que sirva para dar por identificada la partición.

Adicionalmente, para los clusters jerárquicos se necesita de una medida que nos informe de la proximidad de los clusters y pueda parar o continuar dividiendo (agrupando) los clusters.

3.4 Métodos predictivos y descriptivos en la Minería de Datos

Tras describir las características de las tareas de clasificación y de clustering de la fase de MD, vamos a describir brevemente y sin ser exhaustivos, distintos tipos de técnicas que llevan a cabo dichas tareas. Dado que todos ellos han sido ampliamente estudiados, sólo indicaremos algunas referencias bibliográficas representativas de cada una de ellas.

Existen diferentes paradigmas detrás de las técnicas usadas en la fase de minería de datos, entre otras, encontramos, [Han et al., 2006; Witten and Frank, 2005]:

- Árboles de decisión.
- Inducción de reglas
- Redes neuronales artificiales
- Aprendizaje basado en ejemplos
- K-medias
- ...

A continuación, vamos a revisar brevemente los aspectos principales de algunos de los paradigmas mencionados.

- Árboles de decisión, [Quinlan, 1986; Bonissone et al., 2010]: Son una serie de decisiones o condiciones organizadas en forma jerárquica a modo de árbol. Son muy útiles para encontrar estructuras en espacios de alta dimensión y en problemas que mezclen datos nominales y numéricos. Esta técnica se usa en las tareas de clasificación, regresión y agrupamiento. Los árboles de decisión usados para predecir valores nominales se denominan árboles de clasificación. Cuando se utilizan para predecir atributos numéricos se denominan árboles de regresión.

Los árboles siguen una aproximación divide y vencerás para partir el espacio del problema en subconjuntos. En el nodo raíz tenemos el problema a resolver. Los nodos internos corresponden a particiones sobre atributos particulares, y los arcos que parten de un nodo corresponden a los posibles valores del atributo considerado en ese nodo. Los nodos hojas representan la predicción del problema para todos aquellos ejemplos que alcanzan esa hoja. Para predecir un atributo de un ejemplo nuevo, se recorre el árbol de arriba a abajo de acuerdo a los atributos en cada nodo, y cuando se llega a una hoja, el valor del atributo se estima de acuerdo a la información contenida en esa hoja.

Existen muchos algoritmos para construir árboles de decisión que difieren entre sí en la forma de crear el árbol.

- Inducción de reglas: Aunque hay métodos diseñados para la inducción de reglas, [Agrawal and Srikant, 1994; Witten and Frank, 2005], los árboles de decisión pueden considerarse sistemas de inducción de reglas, ya que cada rama del árbol puede interpretarse como una regla, donde los nodos internos en el camino desde el nodo raíz a las hojas definen los términos de conjunción que constituye el antecedente de la regla y la información asignada en la hoja es el consecuente.
- Redes neuronales artificiales, [Mitra and Pal, 1995]: Permiten modelizar problemas complejos en los que puede haber interacciones no lineales entre las variables.

Una red neuronal puede verse como un grafo dirigido con muchos nodos (elementos de proceso) y arcos entre ellos (sus interconexiones). Cada uno de los elementos funciona independientemente de los demás usando sus datos locales para dirigir su procesamiento. La organización más popular de una red neuronal consta de una capa de entrada, en la que cada nodo corresponde a un atributo independiente a examinar, unos nodos internos organizados en una o varias capas ocultas y una capa de salida con los nodos de salida (los posibles valores del atributo objetivo). Los nodos de la capa oculta pueden estar conectados a nodos de otra capa oculta o a los nodos de la capa de salida. Cada arco está etiquetado por un peso de conexión y en cada nodo hay una función de activación que indica el efecto de ese nodo sobre los datos que entran en él. Para usar una red neuronal entrenada se introducen los valores de los atributos de un ejemplo en los nodos de entrada y los nodos de salida determinan las predicciones para dicho ejemplo. Los pesos de conexión son parámetros desconocidos que deben estimarse por un método de entrenamiento.

El método más comúnmente utilizado es el de propagación hacia atrás. Las redes neuronales tienen una gran capacidad de generalización para problemas no lineales, aunque requieren bastantes datos para su entrenamiento. Su principal desventaja es que el modelo aprendido es poco comprensible.

- Aprendizaje basado en ejemplos, [Witten and Frank, 2005; Cadenas et al., 2015]: Los ejemplos se almacenan en memoria, de tal forma que cuando llega un nuevo ejemplo cuya clase es desconocida, se trata de relacionar éste con los ejemplos almacenados (con clases conocidas) buscando los que más se parecen, con el objetivo de usar los valores de estos ejemplos similares para estimar la clase del nuevo ejemplo en cuestión. Todo el trabajo en el aprendizaje basado en ejemplos se realiza cuando llega un nuevo ejemplo a clasificar y no cuando se procesa el conjunto de entrenamiento. Cada nuevo ejemplo se compara con los existentes

usando una métrica de distancia, y los ejemplos más próximos se usan para asignar la clase al ejemplo nuevo.

La variante más sencilla de este método de clasificación es conocido como “el vecino más próximo” donde la clase del vecino más cercano es asignada al nuevo ejemplo. Otra variante, conocida como el método de los “ k vecinos más próximos”, usa los k vecinos más próximos, en cuyo caso la clase mayoritaria de estos k vecinos se asigna al nuevo ejemplo.

- Clustering, [Witten and Frank, 2005]: Con la misma filosofía que el aprendizaje basado en ejemplos, estos métodos busca los ejemplos que más se parecen. Los métodos más utilizados son k -medias o k -medias fuzzy para el cluster particional, y para los jerárquicos existen multitud de métodos en función de las medidas utilizadas para la evaluación de los clusters obtenidos.

3.5 Técnicas de evaluación de modelos

Tal y como hemos dicho en el apartado anterior, para entrenar y probar un modelo se parten los datos en dos conjuntos: el conjunto de entrenamiento y el conjunto de prueba o de test. Esta separación es necesaria para garantizar que la validación de la precisión del modelo es una medida independiente. El método que se usa normalmente es la validación cruzada con n pliegues (n -fold cross validation).

En este método los datos se dividen aleatoriamente en n grupos. Un grupo se reserva para el conjunto de prueba y con los otros $n-1$ restantes (uniendo todos sus datos) se construye un modelo y se usa para predecir el resultado de los datos del grupo reservado. Este proceso se repite n veces, dejando cada vez un grupo diferente para la prueba. Esto significa que se calculan n ratios de error independientes. Finalmente, se construye un modelo con todos los datos y se obtienen sus ratios de error y precisión promediando los n ratios de error disponibles.

Particionar el conjunto de datos S en k subconjuntos disjuntos S_1, \dots, S_k
 Para $i = 1$ a k
 Sea $T = S - S_i$
 Ejecutar el método de MD a partir del conjunto T
 Validar el modelo con el conjunto S_i obteniendo la precisión A_i
 Calcular la precisión media $A = \sum_i \frac{|S_i|}{|S|} A_i$

Otra técnica para estimar el error de un modelo cuando se disponen de pocos datos es la conocida como bootstrapping. Esta consiste en construir primero un modelo con todos los datos iniciales. Entonces, se crean numerosos conjuntos de datos, llamados bootstrap samples, haciendo un muestreo de los datos originales con reemplazamiento. Nótese que los conjuntos construidos de esta forma pueden contener datos repetidos. A continuación se construye un modelo con cada

conjunto y se calcula su ratio de error sobre el conjunto de test (que son los datos sobrantes de cada muestreo). El error final estimado para el modelo construido con todos los datos se calcula promediando los errores obtenidos para cada muestra.

Si la tarea es regresión la manera más habitual de evaluar un modelo es mediante el error cuadrático medio del valor predicho respecto al valor que se utiliza como validación. Esto promedia los errores y tiene más en cuenta aquellos errores que se desvían más del valor predicho. Aunque se pueden utilizar otras medidas del error en regresión, ésta es quizás la más utilizada.

Para la tarea de agrupamiento, las medidas de evaluación suelen depender del método utilizado, aunque suelen ser función de la cohesión de cada grupo y de la separación entre grupos. La cohesión y separación entre grupos se puede formalizar, por ejemplo, utilizando la distancia media al centro del grupo de los ejemplos de un grupo y la distancia media entre grupos, respectivamente.

Estudios sobre Rendimiento Académico y Minería de Datos

“Además de enseñar, enseña a dudar de lo que has enseñado”. Ortega y Gasset.

4.1 Introducción

A partir de la experiencia pasada, podemos obtener modelos que ayuden a predecir y describir el comportamiento académico de nuestros alumnos. Se consigue, así, anticiparnos a una posible situación de fracaso, o simplemente, actuar sobre ellos para mejorar su rendimiento académico. Para llevar a cabo esta acción, se hace necesario el uso de técnicas y modelos que puedan reorientar determinados comportamientos de su aprendizaje. El manejo de las técnicas de aprendizaje computacional y de MD dentro del área de la IA pueden ser muy apropiadas y adecuadas para tal fin, ya que van a proporcionar ciertas mejoras.

En este capítulo se revisan algunos estudios sobre el RA y la MD. Aunque en capítulos posteriores se justificará el uso de la MD como herramienta apropiada y útil para la extracción de conocimiento y para poder relacionar así los factores que influyen sobre el RA.

4.2 Estudios sobre Rendimiento Académico y Minería de Datos.

A lo largo de estos últimos años, en el área de la Educación, se ha ido incrementando poco a poco el número de aplicaciones que han aparecido y que hacen uso de técnicas de MD para trabajar en el análisis de diferentes facetas del Rendimiento Académico de los alumnos, tanto en el nivel universitario, como en el nivel no universitario.

Entre los muchos estudios realizados, vamos aquí a destacar los siguientes:

1. **Minería de Datos para Descubrir Estilos de Aprendizaje**, [Duran and Costaguta, 2007].

Se afirma que los alumnos aprenden de muchas maneras: viendo y escuchando, reflexionando y actuando, razonando lógica e intuitivamente, memorizando y visualizando, construyendo analogías y modelos matemáticos. Cuanto aprenda un alumno en una clase dependerá de la habilidad innata y de su preparación previa, pero además de la compatibilidad entre su estilo de aprendizaje y el estilo de enseñanza de su instructor. Como docentes de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información (LSI) de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías perteneciente a esta Universidad (UNSE) de Argentina, se considera útil determinar las características del perfil de aprendizaje de nuestros alumnos para, en función de ellas, adecuar las estrategias de enseñanza. Con este propósito se encuestan a ochenta y nueve alumnos, de la carrera antes citada, utilizando el Test propuesto por Felder y Soloman en 1984. Con el fin de descubrir el conocimiento implícito en las respuestas, se siguió el Proceso de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos, y a través de técnicas de MD se logró detectar el estilo de aprendizaje dominante en los alumnos. Estos son los pasos seguidos en este trabajo.

- Primero se describe el modelo de estilo de aprendizaje;
- se comenta brevemente en que consiste el Proceso de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos;
- se documenta la investigación llevada a cabo y se adecua a las estrategias de enseñanza;
- y
- finalmente, se sintetizan algunas conclusiones fruto de la investigación desarrollada.

Con la información recabada a través de encuestas se generó una base de datos que fue sometida al proceso de KDD, siguiendo sus tres etapas: pre-procesamiento, MD, y post-procesamiento. La información obtenida fue formateada para su conversión al formato .arff requerido como entrada para el software WEKA (WEKA trabaja bajo licencia GPL).

Entre las actividades de preprocesamiento se aplicó limpieza a los datos mediante el reemplazo de valores faltantes por el signo ?, y se eliminaron algunas inconsistencias a través de correcciones manuales, tales como la existencia de espaciados innecesarios y otros errores de tecleo. En función del tipo de conocimiento a descubrir se decidió utilizar tareas de MD del tipo **descriptivo**. En particular, se aplicó análisis de cluster para identificar subgrupos homogéneos dentro de la población de alumnos encuestada. Para ello, se seleccionó la opción **Cluster** disponible en la librería WEKA. Se optó por el algoritmo “FarthestFirst” al tratarse de un problema de k centros donde se pretende que la máxima distancia entre una

tupla y su centroide sea mínima. Para detectar los estilos de aprendizaje dominantes se decidió mantener en dos la cantidad de clusters a generar. Y a partir de este conocimiento se decidió reemplazar cada uno de los atributos incluidos en los dos centroides de los clusters devueltos por Weka por el código del estilo de aprendizaje con el que se vincula. Por último, a fin de determinar la combinación de estilos de aprendizaje representada por cada centroide, se procedió a contar las cantidad de ocurrencias de cada estilo. El Centroide cluster 0, que representa el estilo sensitivo-visual-activo-reflexivo-global, que resultó ser el dominante en la población de alumnos encuestados. Mientras que el Centroide cluster 1, representó el estilo sensitivo-auditivo-reflexivo-global.

2. **Profiling Students who Take online Courses Using Data Mining Methods**, [Yu et al., 2008].

La eficacia de los programas de aprendizaje online está ligada a la oportunidad del programa en relación con la audiencia objetivo. El conjunto de los datos proporcionó información de la matriculación de los alumnos, su rendimiento académico y demográfico. El estudio exploró factores que pudieran distinguir entre los alumnos que tienden a tomar cursos online de los que no. Para ello, emplearon métodos de MD como los árboles de clasificación y métodos de regresión multivariantes capaces de adaptación (MARS). A diferencia de los métodos paramétricos que tienden a mostrar una larga lista de predictores, los métodos de MD en este estudio sugieren que sólo son pertinentes para unas pocas variables, a saber, la edad y la disciplina.

Las investigaciones sugieren que los alumnos más antiguos prefieren los cursos online al ser lo más conveniente para esta audiencia, mostrando un enfoque conservador al adoptar la nueva tecnología. Sin embargo, el estudio mostró que, en general, los alumnos más jóvenes tienen una tendencia a recibir más clases online que los alumnos más antiguos, siendo más probable los de mayor edad entre los alumnos de Bellas Artes y Educación. Estas conclusiones, pueden ayudar a los responsables de estas políticas a priorizar recursos para el desarrollo de los cursos online y también a ayudar a los investigadores institucionales, miembros de facultad y diseñadores instruccionales, a personalizar el diseño de estrategias instruccionales para audiencias específicas.

A través de este medio de impartición de educación, los alumnos que no pueden asistir a las clases convencionales tienen más flexibilidad en su aprendizaje. Sin embargo, estos sistemas de aprendizaje tienen desventajas, tales como aislamiento, desconectividad, interacción limitada, y otros asuntos tecnológicos, comparados con la enseñanza tradicional. Esto puede dejar a los alumnos pasivos y desmotivados, haciendo más probable el abandono de los

cursos colegiados. Existen otros estudios que dan una imagen oscura de las clases online, afirmando que se desvinculan potencialmente de la integración académica de los alumnos, de la integración social y de la experiencia en el campus en general.

Sin llegar a conocer el perfil de los típicos alumnos online, sería difícil para los administradores priorizar los recursos que permitan el desarrollo de los cursos, determinar su conveniencia y desarrollar estrategias efectivas para ayudar a que los alumnos tengan éxito. Por ejemplo, en la Universidad Pública de Michigan se estiman unos costos para los cursos online alrededor de 70000\$, y desde que se diseñan y se aplican el coste llega a ser muy alto hasta llegar a estar seguros de que ese dinero obtiene los frutos deseados. Así, esta Universidad encontró que el diseño y el mantenimiento de los cursos online requiere de especialistas y de personal para su correcto seguimiento. Es muy común estudiar los perfiles de los clientes, para personalizar los bienes y los servicios en segmentos específicos de población objetivo. Por la misma razón, este análisis es útil para los administradores de la enseñanza a distancia porque saben que los atributos de los alumnos online son la llave de una mejora progresiva. De ahí, que el objetivo de este artículo sea explorar los factores que podrían distinguir a estos alumnos empleando los métodos de MD.

3. Análisis del Rendimiento Académico en los Estudios de Informática de la Universidad Politécnica de Valencia aplicando Técnicas de Minería de Datos, [Alcover et al., 2007].

En este trabajo se presenta un análisis del rendimiento académico de los alumnos de nuevo ingreso en la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) a lo largo de tres cursos, aunque también se ha trabajado con las titulaciones de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión y de Ingeniería Informática.

Este análisis relaciona el rendimiento con las características socioeconómicas y académicas de los alumnos, que se obtienen en el momento de su matrícula, y que se recogen en la base de datos de la universidad. Se define un indicador del rendimiento para cada alumno, teniendo en cuenta las calificaciones obtenidas y las convocatorias utilizadas. Para el estudio se utilizan técnicas de MD, que pretenden determinar qué nivel de condicionamiento existe entre dicho rendimiento y características como el nivel de conocimientos de entrada del alumno, su contexto geográfico y sociocultural, etc. Esto proporciona una herramienta importante para la acción tutorial, que puede apoyarse en las predicciones de los modelos que se obtienen para encauzar sus recomendaciones y encuadrar las expectativas y el esfuerzo necesario para cada alumno, lógicamente dentro de la cautela habitual a la hora de tratar modelos inferidos a partir de datos.

Este estudio, a nivel global, aplican técnicas de MD para analizar la influencia de los parámetros (socioeconómicos, características personales, nota de entrada,...) más relevantes sobre el rendimiento académico de un alumno de primer curso en las titulaciones de informática de la UPV, de forma que permita predecir este rendimiento a partir únicamente de la información aportada por el alumno en el momento de su matrícula. Para lograr los objetivos marcados en este trabajo utilizan los **modelos predictivos**: los **árboles de decisión** y la **regresión multivariante**. En el caso estudiado, factores como los **estudios previos del alumno** y la **nota de ingreso** en la titulación aparecen de manera repetida como claramente correlacionados con el rendimiento académico el primer año. También aparecen factores que podrían influir en el rendimiento, como las ocupaciones y estudios de los padres, o la edad de ingreso del alumno, aunque estos dependen de la técnica utilizada. En cambio, el país de procedencia o el lugar de residencia (del alumno o de su familia) no aparece en ningún caso. Esta es la primera vez, sin embargo, en la que toda la información se integra adecuadamente en un almacén de datos, se aplican las técnicas de MD de una manera sistemática y se realiza un análisis de los modelos extraídos por equipos multidisciplinares. Estos equipos conjugan los conocimientos técnicos sobre análisis de datos con una gran experiencia en la docencia universitaria, incluyendo la participación y el apoyo de las direcciones de los centros en este análisis, así como en el despliegue y aplicación del conocimiento y de los modelos extraídos.

4. **A Comparative Analysis of Techniques for Predicting Academic Performance**, [Nguyen et al., 2007].

Este documento compara la exactitud de los algoritmos **Árboles de Decisión y de Red Bayessiana** para predecir el rendimiento académico de alumnos de pregrado y de postgrado en dos institutos académicos muy diferentes: la Universidad de Can Tho (CTU), (una gran universidad de Vietnam) y el Instituto Asiático de Tecnología (AIT), (pequeño instituto internacional de postgrado de Tailandia), señalando a 86 alumnos de diferentes regiones.

Predecir con exactitud el rendimiento de estos alumnos es útil para los diferentes contextos de las universidades. Por ejemplo, la identificación de alumnos con una necesidad de conseguir beca es una parte esencial del proceso de admisión en estas instituciones en pre y postgrado, tanto como la correspondiente asignación de recursos. Esta investigación trata la adecuación de las herramientas de MD para predecir el rendimiento académico mediante dos casos de estudio.

- En el primer caso de estudio, la Universidad de Can Tho (CTU) en Vietnam, usa los registros del test GPA (Grade Point Average) de los alumnos al final del 2º año para

predecir el rendimiento en el tercer año.

- En el segundo caso de estudio, el Instituto Asiático de Tecnología (AIT) de Tailandia, usa la información de la admisión, como es la institución académica y el test GPA, para predecir su resultado al final del primer año.

Aunque la diversidad de estas dos poblaciones de alumnos es muy diferente, la herramienta de MD es capaz de lograr niveles similares de precisión para predecir el rendimiento de los alumnos: 73/71 % para [no, justo, bueno, muy bueno] y 94/93 % para (no, pasa) en la CTU / AIT, respectivamente. Estas predicciones son muy útiles para identificar y ayudar a los alumnos en su defecto CTU (64 % de precisión), y para la selección de “muy bueno” para conseguir alumnos con beca en la AIT (82 % de precisión). En este análisis, el árbol de decisión es coherente entre un 3-12 % más preciso que la Red Bayesiana. Los resultados de los casos estudiados dan idea de la precisión de las técnicas que predicen el rendimiento de los alumnos, al comparar la exactitud de los algoritmos de MD, y demostrar la madurez de las herramientas de código abierto.

Estos resultados proporcionan una visión de todo el proceso de aplicación a los conjuntos de datos de las herramientas de MD, e incluye métodos para afinar los datos y mejorar la exactitud de la predicción. En segundo lugar, los resultados de estos casos de estudio muestran que el algoritmo árbol de decisión fue significativamente más preciso que el de red bayesiana para predecir el rendimiento de los alumnos.

Las predicciones del rendimiento del alumno pueden ser útiles en muchos contextos. En el caso de las admisiones, son capaces de identificar a alumnos excelentes con necesidad de beca, así como aquellos alumnos que es poco probable que se gradúen. Esta tarea es más difícil de utilizar sobre alumnos internacionales, que proceden de instituciones con diferentes sistemas de clasificación y con antecedentes que a menudo desconoce el personal y el cuerpo docente.

5. **Obtención de Patrones y Reglas en el Proceso Académico de la Universidad de Ciencias Informáticas utilizando Técnicas de Minería de Datos**, [González et al., 2007].

A partir de la aplicación de un grupo de técnicas de MD como el **clustering**, los **árboles de decisión** y los **algoritmos de aprendizaje inductivo**, se pretende clasificar a los alumnos para posteriormente encontrar patrones ocultos y reglas que los caractericen. Los patrones y reglas están basadas en las relaciones que se establecen entre el centro de procedencia de los alumnos, nivel de escolaridad de los padres y provincia de origen, además de sus resultados académicos en el primer curso en la universidad. Estos resultados pueden mejorar el proceso

de formación académica y elevar la calidad de la educación en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Al analizar los resultados obtenidos se comprobó que las variables que más influyen sobre los resultados académicos de los alumnos en su primer curso de universidad, es el tipo de centro de procedencia y la provincia de origen. Se estima que se cumple el objetivo de descubrimiento de patrones ocultos en los datos, que permite predecir los resultados académicos de los alumnos de la UCI, basado en las relaciones que se establecen entre Centro de Procedencia, Provincia, Nivel de escolaridad de los padres, con las Notas de las asignaturas recibidas en el primer año de la carrera.

Así los modelos y reglas obtenidas podrán ser utilizados por el Centro de Investigaciones para la Calidad de la Educación (CICE), por la Dirección de Formación Académica y en otras investigaciones sobre los resultados académicos de los alumnos de la UCI. Con las relaciones y patrones encontrados se podrán trazar estrategias que permitan elevar la formación docente de los nuevos ingresos a la Universidad, de acuerdo con las características propias de los alumnos.

6. **Predicting Academic Performance by Data Mining Methods**, [Vandamme et al., 2007].

El fracaso académico entre los alumnos de primer año de universidad ha alimentado algunos debates, y así, muchos psicopedagogos han tratado entonces de comprenderlo y explicarlo. El principal objetivo de este trabajo es clasificar a los alumnos en tres grupos: i) alumnos con poco riesgo (que tienen una probabilidad alta de tener éxito), ii) alumnos de riesgo medio (que pueden tener éxito gracias a las medidas tomadas por la universidad) y iii) alumnos de alto riesgo (que tienen una probabilidad alta de fallar o de retirarse).

Para ello, crearon una base de datos en la que cada alumno se describe según una gama de criterios o características, como son la edad, nivel de educación de sus padres, percepción del ambiente de la universidad, etc. Para determinar qué factores serán tenidos en cuenta se utiliza un modelo adaptado de Philippe Parmentier propuesto en 1994. Con todas estas variables explicativas, el objetivo fue determinar, y si fuera posible predecir, al principio del año académico, el grupo al que un alumno perteneció, para proporcionar una distribución óptima de los recursos docentes y limitar el fracaso académico. Para ello, utilizaron varios métodos, como son los árboles de decisión, redes neuronales y análisis lineal discriminante, y compararon los diferentes resultados.

Al principio del año académico 2003/04 se distribuyó un cuestionario en tres universidades belgas. El ejercicio fue repetido al año siguiente y como resultado se establecieron correspondencias y divergencias entre los modelos predictivos obtenidos en las diferentes insti-

tuciones. A los alumnos se les pidió completar los cuestionarios durante una clase (la tasa de no contestación corresponde a la tasa de asistencia de los alumnos). En el primer año, y especialmente al principio del año, la tasa de asistencia fue muy alta, entorno al 93 %. La muestra contuvo a 533 alumnos registrados en estas tres universidades belgas y 375 variables que estuvieron disponibles para cada uno de ellos. La variable de decisión utilizada para la construcción de los modelos fue una variable ordinal con tres modalidades, construida a posteriori, agrupando a alumnos según su rendimiento académico. Los resultados obtenidos por los diferentes métodos de MD son comparados, así como su rendimiento con un análisis lineal discriminante.

Se obtuvo que el 20 % de las variables mostraba correlaciones significativas con el éxito académico, siendo cierto para variables utilizadas en los tres métodos de predicción que comparamos. Así el modelo teórico en que se basó la investigación parece ser que los apropiaba bastante. El objetivo estuvo en no predecir simplemente el éxito ni el fracaso de los alumnos. Ya que si este hubiese sido el objetivo, podríamos haber logrado una tasa de clasificación correcta de más del 80 %. La dificultad estuvo en clasificar a los alumnos en tres grupos, antes de los primeros exámenes de la universidad, para poder ofrecer ayuda al grupo intermedio de alumnos. Esto debía hacerse antes de que ellos estuvieran desmotivados ante un temprano fracaso. Los resultados mostraron que las tasas de predicción obtenida por los tres modelos en la fase de validación no fueron especialmente buenos. Había disparidades grandes entre las tres universidades en las que la muestra fue tomada, y al combinar los datos de estos grupos bajó el poder predictivo de cada uno de los tres métodos. Sin embargo, el análisis discriminante y las redes neuronales en menor grado, parecieron producir resultados interesantes.

7. Determination of Factors Influencing the Achievement of the First-Year University Students using Data Mining Methods, [Superby et al., 2006].

Al igual que en el trabajo anterior, esta investigación tuvo por objeto clasificar a los alumnos en tres grupos durante el año académico: i) alumnos de bajo riesgo (con una alta probabilidad de éxito), ii) alumnos de riesgo medio (que pueden tener éxito gracias a las medidas adoptadas por la universidad) y iii) alumnos de alto riesgo (con una alta probabilidad de fracasar o abandonar). En este artículo se describe la metodología y se proporcionan las variables más importantes correlacionadas con el éxito académico de entre todas las preguntas formuladas a 533 alumnos universitarios durante el mes de noviembre del año académico 2003-04. Por último, se presentan los resultados de la aplicación del análisis discriminante, redes neuronales, random forest (bosques aleatorios) y árboles de decisión destinados a predecir el éxito académico de los alumnos.

Se observó que el 20 % de las variables mostraron una correlación significativa con el éxito académico. Este 20 % de las variables se encuentran en cada una de las categorías del factor propuesto por Philippe Parmentier en su modelo. Ello es cierto para las variables utilizadas en cada uno de los tres métodos de predicción que se compararon en esta investigación. El modelo teórico sobre el que se basan las investigaciones, parece bastante bien adaptado a lo que se esperaba. Con respecto a los resultados obtenidos por los métodos de predicción, llegamos a la conclusión de que las tasas de predicción obtenidas en la validación no son notables. Observamos grandes diferencias entre las tres universidades incluídas en nuestra muestra - no se obtiene tanto éxito con el poder predictivo de cada uno de los cuatro métodos. Sin embargo, para el análisis discriminante y, en menor medida para las redes neuronales y los Random Forest, parecen ser capaces de dar lugar a resultados interesantes, con la condición, sin embargo, de que en un futuro aumenten el tamaño de las muestras para cada universidad y, por ejemplo, con la incorporación de datos de un año académico adicional.

Y se cuestionan lo siguiente:

- “como se mantienen estables los factores que influyen en el éxito académico año tras año dentro de la misma universidad”;
- “como es posible encontrar hechos que sean comunes a las diferentes universidades estudiadas y que hagan posible producir predicciones como la nuestra”;
- “como puede una combinación de diferentes métodos de predicción conducir a la mejora del resultado global”;
- “como vamos a encontrar grandes diferencias por el cruce de fronteras”;
- “como la influencia de los factores es de similar”.

Muchas de esas preguntas, aún hoy, están sin respuesta.

8. **Aplicación de Minería de Datos con una Herramienta de Software Libre en la Evaluación del Rendimiento Académico de los Alumnos de la Carrera de Sistemas de la FACENA-UNNE, [Dapozo et al., 2006].**

En este trabajo se presenta un estudio con técnicas de MD que permiten determinar, a través de un clasificador, el rendimiento académico de los alumnos que comienzan la carrera de Licenciatura en Sistemas de Información de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Nordeste (FACENA-UNNE). Se llevó a cabo un estudio comparativo de diferentes algoritmos clasificadores disponibles en el software libre Weka y se seleccionó el que ofrecía mejores resultados.

El objeto era encontrar un clasificador que predijera los valores de la variable CAT ALUMNO, la cual describe la categoría de alumno según los intentos realizados y resultados obtenidos en los exámenes finales de las materias del primer año de la carrera. Esto permitió estimar el rendimiento académico de los alumnos de nuevo ingreso. Si bien no encontraron un clasificador que predijera la variable en estudio con un alto grado de precisión, el uso de la herramienta Weka permitió realizar un análisis descriptivo de los datos mediante gráficos, de modo sencillo.

9. **Predicting Academic Performance**, [Golding and Donaldson, 2006].

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de variables específicas de los alumnos sobre el rendimiento académico dentro del programa de BSCIT. Antes de la investigación se indicó que las matemáticas, en las condiciones del estudio, no fueron un buen predictor del rendimiento académico. Los resultados, en cierta medida corroboraron este argumento, pues el nivel de significación fue de 0.052 y de 0.1 para matemáticas e inglés, respectivamente, aunque fueron insignificantes. Se analizaron también los efectos del rendimiento en el primer año de Ciencias de la Computación y el rendimiento de los alumnos, en general, en el programa BSCIT. Los resultados también mostraron una tendencia que sugiere que el rendimiento del alumno a lo largo de estos cursos fue un factor determinante en la predicción del rendimiento. Resultados similares revelaron que existía una fuerte correlación entre estos dos factores (en el primer curso y durante el programa en general) con una correlación (R) de 0.499, que explica el 70.6 % del rendimiento de los alumnos. El apoyo de este factor es muy importante ya que proporciona bases para la posterior evaluación del Programa BSCIT. El examen del segundo y tercer cursos de informática indicaron que el rendimiento quizá pueda considerarse como parte integrante de rendimiento global e incluso ser visto como una variable explicativa posible. La evaluación de género y edad de los factores predictivos mostraron que no hubo correlación significativa entre estos factores.

La tarea de normalización del nivel de requisitos de entrada en el nivel (terciario) de importancia en la matriculación, ha dado lugar a la aplicación de cuotas como SAT, GMAT y GRE. Antes de la investigación llevada a cabo en el University of Technology, Jamaica (UTECH) se indicó que la tarea de encontrar una solución eficaz para los predictores académicos del rendimiento seguía estando incompleta. Este estudio examina la relación entre los alumnos universitarios, en general, su rendimiento sobre la Contratación Pública (ACP) y los requisitos en la matriculación para ver el rendimiento durante el primer año en la Licenciatura de Ciencia y Tecnología de la Información (BSCIT) en el programa UTECH. El estudio evalúa a los alumnos de BSCIT cuyo programa fue completado en 2005. En los archivos de todos los alumnos de BSCIT en 2005, se recogieron datos específicos que fueron

encuestados. Los resultados señalaron que el rendimiento durante el primer año de los cursos tenía un cierto nivel de importancia en la predicción del rendimiento. Las conclusiones de este estudio fueron fundamentales en la reestructuración de la política de admisión en el programa.

10. La Modelación Jerárquica y los Efectos de Grupo en la Predicción del Rendimiento Académico, [Bacallao et al., 2004a].

El presente trabajo se realizó con el propósito de mostrar que el grupo es un modificador de la relación entre el rendimiento académico y sus predictores y con ello, fundamentar la necesidad de recurrir a la modelación jerárquica para la predicción del rendimiento. Se aplicaron modelos con coeficientes aleatorios, especialmente apropiados para la frecuente circunstancia de casos agrupados, en la que supuestos modelos lineales ordinarios dejan de ser válidos y los modelos clásicos, inaplicables. Se constató que algunos de los predictores tradicionales tenían relevancia condicionada al grupo, aunque no parecían tener relevancia marginal. Se demostró así que el grupo es un modulador de la relación entre el rendimiento académico y algunos de sus predictores. La consecuencia de mayor trascendencia fue que la asignación de un alumno a un grupo podrá influir considerablemente en su rendimiento académico, independientemente de sus condiciones iniciales.

Muchos tipos de datos que se emplean en estudios observacionales en las ciencias biomédicas tienen una estructura estratificada o jerárquica. En algunas ocasiones, las jerarquías son el resultado de agrupaciones correlacionadas con las características de los propios sujetos (los adolescentes de una misma clase social que van a las mismas escuelas); en otras, los grupos pueden no estar asociados con las características de los sujetos (los alumnos de nuevo ingreso que se asignan aleatoriamente a distintos grupos); pero una vez establecidos, aun cuando hayan sido el resultado de un proceso aleatorio, tienden a diferenciarse entre sí y sus miembros influyen en las características colectivas del grupo y reciben las influencias de éstas.

Si se ignoran las relaciones mencionadas anteriormente, se corre el riesgo de pasar por alto el efecto de grupo y de invalidar los resultados de las técnicas estadísticas que se emplean de rutina para estudiar relaciones entre variables. Se observaron claramente 2 grupos atípicos, y -tal vez no tan claramente- 3 categorías de grupos: uno de bajo rendimiento, otro de rendimiento intermedio y otro de alto rendimiento. Es importante notar que, aun después de ajustar para los valores de las covariantes, es decir, después de remover el efecto de los predictores del rendimiento, los grupos exhibieron diferencias entre sí.

Los valores de p resultaron de ajustar un modelo de regresión múltiple, tomando al rendimiento promedio (calif1) como variable dependiente. A partir de ello se constató cómo el grupo modificó la relación entre el rendimiento y sus predictores. El índice académico y la prueba de ingreso de Matemática resultaron predictores significativos en 5 de los grupos, que además fueron los mismos: la prueba de Biología en 6 de ellos, el Raven en 1 y la motivación en 3.

Es muy ilustrativo respecto del papel determinante del grupo en relación con el rendimiento académico de los alumnos, independientemente de sus condiciones iniciales, el que los alumnos que ingresaron con un promedio inferior a 87 terminaron con un promedio de 2.2, salvo si fueron asignados a grupos de alto rendimiento. Los que ingresaron con un índice escalafonario superior a 91 no se desempeñaron igual en grupos de bajo rendimiento que en grupos de rendimiento alto o medio. El ajuste del modelo jerárquico muestra los efectos de las covariantes anidadas dentro del efecto aleatorio de grupo. El índice académico del preuniversitario, los exámenes de ingreso (de Matemática y Biología) y la prueba de motivación profesional fueron todos predictores significativos del rendimiento. No así, la prueba de Raven. No obstante, es importante destacar que la motivación no tuvo una relación monótona con el rendimiento académico. Se observó claramente que los mejores rendimientos se registraron en los alumnos menos motivados.

Se confirmó la conjetura de que los grupos podrán actuar como un modificador de la relación entre el rendimiento académico y varios de sus predictores o marcadores. Hay dos efectos grupo: un efecto directo sobre el rendimiento y un efecto de modulación (interacción) de la relación ya referida. Desde el punto de vista metodológico, el hecho constatado reafirmó la necesidad de estudiar estas relaciones mediante modelos con coeficientes aleatorios, en lugar de los modelos de regresión tradicionales que consideran los coeficientes como parámetros fijos. Este será el modo correcto de proceder siempre que se sospeche que los datos aparecen agrupados en jerarquías que crean dependencias entre sujetos de un mismo grupo. Desde el punto de vista práctico, el resultado del estudio mostró que no es irrelevante el criterio de asignación de grupos que se emplee con los alumnos al ingreso, es decir, dados varios grupos y un alumno cualquiera, su rendimiento no depende sólo de sus condiciones de entrada, sino también del grupo al cual se asigna.

11. **Árboles de Regresión y otras opciones Metodológicas aplicadas a la Predicción del Rendimiento Académico**, [Bacallao et al., 2004a].

El presente trabajo se realizó con el fin de construir un algoritmo para detectar alumnos con alto riesgo de fracaso académico e identificar los mejores predictores del rendimiento. Se

caracterizaron los alumnos que ingresaron en el primer año en el ICBP Victoria de Girón durante el curso 2001-2002 de acuerdo con su índice académico del preuniversitario, índice escalafonario, exámenes de ingreso, prueba de inteligencia y un indicador de su motivación profesional. Se emplearon árboles de clasificación para identificar los predictores relevantes y sus puntos de corte óptimos. Se utilizó un modelo de regresión ordinal para evaluar la importancia relativa de los predictores y proponer el algoritmo de predicción. A partir del índice escalafonario, exclusivamente, se obtuvo un procedimiento de clasificación, que permitió identificar a los alumnos de mayor riesgo de fracaso académico. Los puntos de corte fueron 87 y 91 puntos, que definen una tricotomía para el pronóstico del rendimiento.

Para estimar la probabilidad de éxito, se han utilizado diversos modelos analíticos de predicción que difieren en su estructura, en sus supuestos estadísticos y en su grado de complejidad. Estos modelos predictivos se han empleado con varios fines: la predicción individual del riesgo, el pronóstico de la promoción global en un curso académico y la identificación de predictores relevantes. También se han empleado diversos recursos analíticos de naturaleza estadística para la validación de los propios modelos de predicción. Los procedimientos analíticos empleados fueron los siguientes: árbol de clasificación, que permite asignar los sujetos a grupos de riesgo, identificar los predictores relevantes, y ubicar sus puntos de corte óptimos. Modelos de regresión ordinal para evaluar la importancia relativa del predictor elegido y seleccionar una métrica óptima para la operacionalización de dichos predictores.

Los árboles de clasificación producen cortaduras en los regresores para predecir o explicar variables dependientes discretas (usualmente binarias) y constituyen, por la interpretación inmediata de sus resultados y por su condición no paramétrica, una opción favorable entre otras alternativas como el análisis discriminante, el análisis de clusters o la regresión logística binaria o politómica. Una diferencia importante entre los árboles de clasificación y otras técnicas con propósitos afines como el análisis discriminante, es que en estas últimas, las decisiones de asignación de los sujetos a un grupo son simultáneas; mientras que en los primeros, es jerárquica y recursiva. Los AC son más flexibles que otras técnicas de clasificación porque permiten incorporar predictores medidos virtualmente en cualquier escala: continua, ordinal o mezclas de ambas escalas. Cualquier transformación monótona en la escala de medición que preserve el orden en las categorías de una variable ordinal, preserva también la clasificación que se obtiene si se emplea un AC.

En general, se usan dos algoritmos para la construcción de los AC. El primero de ellos, conocido como QUEST (quick unbiased efficient statistical tree) es rápido e insesgado en

la identificación de los predictores relevantes, y el otro algoritmo es el CART (classification and regression trees) que lleva a cabo una búsqueda exhaustiva de todas las posibles cortaduras para minimizar el porcentaje de clasificación incorrecta.

La regresión ordinal (RO) permite asignar una métrica óptima a los regresores discretos de un modelo de regresión múltiple. Se trata, en síntesis, de elegir la recodificación de los predictores de acuerdo con una métrica ordinal tal, que se optimice el ajuste del modelo. De este modo, se extrae de cada regresor su mayor capacidad predictiva posible mediante una recodificación óptima de sus valores posibles en una nueva escala de naturaleza ordinal.

En el árbol de regresión, cuando al modelo (que tiene dos salidas, éxito y fracaso) se hacen ingresar todos los predictores (índice escalafonario, Matemática, Biología, Historia, motivación y test de inteligencia), sólo elige como entrada el índice escalafonario (en 2 ocasiones sucesivas) y selecciona como puntos de corte, valores alrededor de 87 y 91 puntos. De esta forma quedó definida una variable politómica con 3 niveles (escalaf).

Debe notarse que el predictor que se obtuvo a partir de las cortaduras óptimas derivadas del árbol de clasificación (escalaf) tuvo una relación monótona con el rendimiento académico de los alumnos. Pudo observarse que la correlación simple de escalaf con el rendimiento fue casi el doble que la del pronóstico a discreción y la de la prueba de inteligencia. La correlación parcial fue aún mayor relativamente. Casi toda la capacidad predictiva de pronóstico ocurrió a expensas del índice escalafonario, al punto de que si se remueve su efecto, la capacidad predictiva remanente es despreciable. Por último, la importancia relativa mostró que el índice escalafonario fue casi 27 veces más importante que el pronóstico a discreción y casi 6 veces y media más importante que la prueba de inteligencia.

Se concluyó que con sólo el índice escalafonario es posible construir un simple algoritmo predictivo del rendimiento académico, lo cual confirmó la hipótesis formulada. El algoritmo se basa en construir una tricotomía sobre el recorrido del índice escalafonario, utilizando 2 puntos de corte óptimos para el pronóstico, que se ubican alrededor de 87 y 91 puntos. El índice escalafonario convertido en variable ordinal fue superior a otros predictores del rendimiento y mostró mayor capacidad discriminativa.

12. **Detección de Alumnos de Riesgo y Medición de la Eficiencia de Centros Escolares mediante Redes Neuronales, [Santín, 1999].**

En este trabajo se utilizaron las redes neuronales para intentar solucionar empíricamente tres problemas habituales en el campo de la economía de la educación:

- Detección de alumnos con alto riesgo de fracaso escolar,
- evaluación de la eficiencia relativa de centros educativos y

- evaluación de la eficiencia relativa de diferentes planes de estudio.

Las principales conclusiones obtenidas a lo largo del trabajo han tratado de aplicar las redes neuronales al campo de la economía de la educación: Las redes neuronales artificiales pueden ser empleadas en el ámbito de la economía de la educación para predecir el rendimiento académico de los alumnos y detectar así a los alumnos con mayor riesgo de fracaso, a fin de invertir mayores recursos en ellos, mejorando de esta forma la eficiencia y la equidad del sistema educativo en su conjunto. Las redes neuronales se aplicaron a un conjunto de datos de 7454 alumnos de enseñanzas medias hacia octubre de 1984 (1985) en 256 centros públicos y privados. Los datos incluyeron alumnos que cursaron el programa de Reforma de las Enseñanzas Medias (grupo experimental), alumnos de B.U.P. y F.P. en los mismos centros (grupo de control interno), y alumnos de estos programas en centros no experimentales (grupo de control externo).

Asimismo, podemos medir la eficiencia relativa de centros escolares y planes de estudio a partir de los conceptos denominados Ineficiencia A y Eficiencia F que miden dos dimensiones de un mismo concepto: la eficiencia. La eficiencia F parece más deseable desde el punto de vista de la equidad ya que actúa sobre los individuos peor dotados tanto económica como aptitudinalmente. Las mediciones de la eficiencia propuestas podrían obtenerse mediante modelos estadísticos y econométricos. Dada la capacidad de abstracción de la red (aprendizaje no lineal), su capacidad de interpolar, su fácil aplicación (no necesita ser programada) y su completa flexibilidad en la introducción de inputs, hace que los resultados obtenidos sean mejores con la aplicación de las redes neuronales en comparación con otros modelos discriminantes como han probado distintos estudios.

En cualquier caso se podría realizar la predicción de alumnos de riesgo y la medición de la eficiencia relativa de los centros en varios niveles simultáneamente. La detección de ineficiencias debe utilizarse para articular un sistema de incentivos de forma que podamos premiar a los profesores más eficientes a los cuales podemos identificar a través del modelo propuesto. La introducción de inputs escolares tales como infraestructuras, gasto por alumno, número de alumnos por unidad, etc. así como el haber contado con las variables socioeconómicas antes de realizar componentes principales (análisis que agrupa variables como: número de hermanos, situación laboral de los padres o estudios de los padres) no considerados en este trabajo, sin duda reducirán en alguna medida el error de la red mejorando de esta manera las predicciones.

13. **Using Artificial Neural Nets to Predict Academic Performance**, [Cripps, 1996].

En este trabajo las redes neuronales artificiales (ANN) son utilizadas para predecir en primer lugar la finalización del programa de grado; en segundo lugar, las horas ganadas; y por último, el GPA (grade point average) para los alumnos colegiales. La alimentación de la arquitectura neta de una red neuronal es utilizada como una función del aprendizaje con retropropagación y una función logística de activación. La base de datos utilizada para el entrenamiento y su validación consistió en 17476 expedientes de alumnos desde finales de 1983 a finales de 1994. Ello mostró la duración, el género, la carrera, las puntuaciones en ACT (un examen standard de acceso a la Universidad), y el nivel de lectura que son significativos para predecir la terminación del programa de grado, las horas ganadas y el GPA. De las tres, “las horas ganadas”, demostraron ser las más difíciles de predecir.

El diseño y la implementación de redes neuronales para predecir el rendimiento académico justifican estudios anteriores que han mostrado las correlaciones de los datos y un alto nivel de ruido para la información tradicional de admisión de alumnos. Hay indicaciones de que el nivel de lectura del alumno juega un papel significativo en la retención y en el GPA colegial. Los modelos de las redes neuronales necesitan ser refinados para aumentar su rendimiento. Las consideraciones que se deben dar para seleccionar un modelo que escoja al modelo de red neuronal, se basaron en el riesgo de la predicción. Los resultados también indican que múltiples redes neuronales deben ser desarrolladas y entrenadas para los diferentes niveles de alumnos, niveles que están basados en las horas ganadas. Por ejemplo, las etapas críticas de la carrera de un alumno, como el primer semestre, el primer año, y el segundo año, pueden ser aprendidas mejor utilizando unas redes neuronales claras. También deben ser consideradas otras redes neuronales que modelan, como son el modelo de la Gamma y la red neuronal borrosa.

4.3 Conclusiones y objetivos.

En la mayor parte de los estudios de MD que se han analizado en el área de la Educación encontramos aplicaciones que mostraron los siguientes aspectos:

- En el primer curso de Universidad aparece la idea de “riesgo al fracaso antes de empezar”. Aparecen como posibles predictores los exámenes de ingreso, tests de inteligencia, notas del preuniversitario; y se manejan técnicas como Clustering, Árboles de Clasificación/Regresión.
- También en el primer curso de Universidad se piensa en “estimar el RA de los futuros alumnos”, o bien acabado el primer curso universitario, o al comparar el RA en pregrado y postgrado. Se manejan Árboles de Decisión, Redes Bayesianas...

- En el primer curso de Universidad se mide también el “riesgo al fracaso” nada más empezar y se trata de realizar esa predicción, por ejemplo, durante ese mes de noviembre del primer año. Se utilizan Redes Neuronales, Bosques Aleatorios, Árboles de Decisión.
- En un estudio de enseñanzas medias se predice el RA y se detecta a alumnos con mayor riesgo de fracaso haciendo uso de Redes Neuronales.

Se hace inevitable apreciar dos tipos de estudios:

- En Enseñanza Universitaria (no obligatoria), principalmente, se trata de detectar si el alumno eligió correctamente su ubicación en la carrera adecuada.
- En cambio, en la Enseñanza Secundaria (obligatoria), lo que se detecta es “qué es lo que hay que hacer” para que el alumno mejore su RA durante esos cursos académicos.

Como ya se comentó en el capítulo de introducción, esta tesis está orientada a tratar de conseguir esto último, dada la escasez de estudios aplicados a secundaria, en comparación con los de universidad. Por este motivo, los alumnos elegidos para este estudio han sido de E.S.O. y de sobra es sabido que presentan unas características muy particulares debido al período de cambios en lo personal en que se encuentran inmersos, Muñoz and Cadenas [2010, 2011b].

Parte II

EL CONOCIMIENTO SURGE EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE

Justificando la extracción de conocimiento

“Antes de casarme tenía seis teorías sobre el modo de educar a los pequeños.

Ahora tengo seis pequeños y ninguna teoría”. Lord Rochester.

5.1 Introducción

El objetivo principal de este trabajo es la mejora del RA de los alumnos de la E.S.O. Para ello, el proceso a seguir se apoya en diferentes estudios comparativos proporcionados por los alumnos. Como herramienta de análisis se va a utilizar la MD y se seguirán las pautas que nos marca la Didáctica desde un punto de vista que proporciona el Enfoque Onto-Semiótico (EOS). Este enfoque nos viene dado desde la Didáctica de las Matemáticas, pero puede ser adaptado a cualquier otra área (y así será planteado en esta memoria). La idea que se pretende transmitir es la de proporcionar un sistema que detecte determinados elementos que sirvan a los departamentos didácticos para la mejora del proceso de instrucción y así del RA del alumno.

El EOS es uno de los enfoques adecuados para tratar este tema. En él se va a hacer imprescindible la identificación de los conflictos semióticos que tienen lugar en las interacciones profesor-alumno durante los procesos de instrucción de un determinado contenido, proporcionando una explicación de las dificultades de los alumnos en dicho proceso.

EOS se ha formulado en este trabajo desde un punto de vista general aplicable a cualquier actividad docente en el que hay que analizar dicha actividad y definir los procesos que intervienen en la adquisición del conocimiento. En cada una de las dimensiones del proceso de instrucción se

podrían identificar una serie de elementos (funciones, tareas, acciones, etc) que se secuencian en el tiempo. Durante la realización de este proceso se pondrán en juego las funciones docente y discente (pero que no van a ser el objeto de este trabajo), seleccionándose unos recursos instruccionales específicos (sistema de prácticas operativas y discursivas).

En terminos generales, el esquema de este proceso sería el que mostramos en la Tabla 5.1.

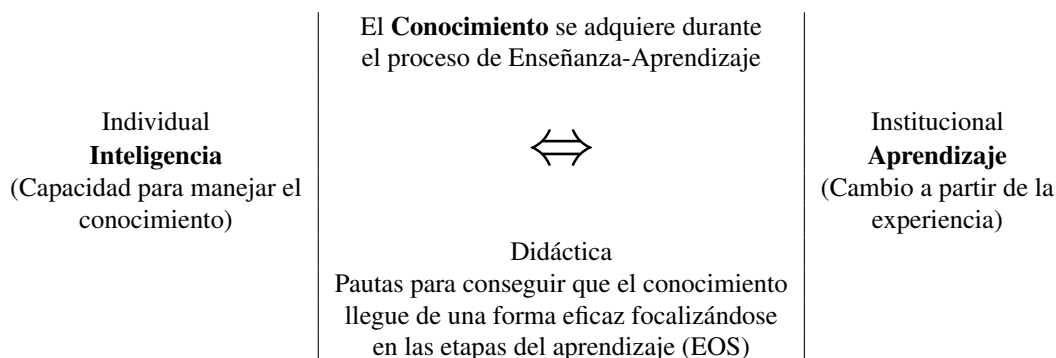


Tabla 5.1: Proceso de instrucción

5.2 La adquisición de conocimiento

Se sabe que el objetivo principal del aprendizaje de cualquiera de nuestros alumnos es la adquisición de conocimiento. Diferentes investigaciones han tratado el proceso de estudio orientándolo hacia la mejora del RA y han tomado como referencia distintos enfoques desde la psicología, pedagogía y antropología. En todos ellos aparecen teorías que permiten entender y explicar mejor el porqué del fracaso escolar.

Por otro lado, al adentrarnos en la búsqueda de la mejora del RA, y dentro del ámbito de la Inteligencia Artificial, se ha desarrollado el uso de técnicas computacionales de MD, siendo pocos los trabajos publicados y orientados hacia las Ciencias de la Educación (ya se han comentado brevemente algunos de ellos en el Capítulo 4).

Para empezar a trabajar sobre la adquisición de conocimiento, esta tesis se ha cimentado en la estrecha colaboración de ideas que se aportan desde dos puntos de vista bien diferenciados:

- A) Por un lado, desde la Facultad de Educación, el departamento de Didáctica de las Ciencias Matemáticas y Sociales pone a nuestra disposición diversas teorías de la didáctica contemporánea que confluyen en la llamada Teoría de las Funciones Semióticas organizando el conocimiento que se adquiere durante el aprendizaje.
- B) Por otro, desde la Facultad de Informática, el Departamento de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones aporta, dentro de la Inteligencia Artificial, las técnicas de Aprendizaje

Computacional y de MD que nos permitirán extraer conocimiento de los datos ligados a éste proceso de aprendizaje.

En estos ámbitos de estudio, (desde la didáctica principalmente, y en particular, desde la didáctica de las matemáticas) se han puesto de manifiesto una diversidad de aproximaciones teóricas que se están desarrollando en la actualidad. Desde un enfoque psicológico de la cognición matemática, los procesos mentales que suceden en el cerebro de las personas son los únicos descriptores del comportamiento (matemático) de esos sujetos. Pero se debería distinguir dentro de la cognición matemática – y en la cognición, en general – una dualidad **individual** y una **institucional** entre las que se establecen relaciones dialécticas complejas. Así, en este contexto, *la cognición individual* aparece como resultado de la reflexión y la acción del sujeto individual ante una clase de problemas. Mientras que *la cognición institucional* se deriva del diálogo, el convenio y la regulación en el seno de un grupo de individuos. Se podría, entonces, reservar el término “cognitivo” para la cognición individual (por el predominio de la psicología cognitiva) y el término “epistémico” (relativo al conocimiento objetivo), para la cognición institucional.

El enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática, EOS [Godino, 2002], permitirá articular estas aproximaciones epistemológica y cognitiva, interpretando y comparando los restantes modelos teóricos. Y como describe Varela [Varela, 1988], el análisis científico del conocimiento en todas sus dimensiones se lleva a cabo por diversas ciencias y tecnologías de la cognición, entre las que menciona la epistemología, la psicología cognitiva, la lingüística, la inteligencia artificial y las neurociencias.

5.2.1 La Inteligencia

“La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica”, (Aristóteles).

A modo de resumen se recuerda que, al hablar de las denominadas Teorías de la Inteligencia, aparecen tres paradigmas principales, teorías cuya evolución ya se comentó en el Capítulo 2:

- El paradigma Psicométrico. Las aptitudes intelectuales subyacentes se infieren a partir de las puntuaciones de los test de inteligencia.
- El paradigma Cognitivo. La inteligencia se concibe de forma más compleja y globalizadora.
- Las Múltiples Inteligencias, [Gardner, 1994]. Se define la inteligencia como la capacidad para resolver problemas y crear productos valorados en una cultura.

En las investigaciones que más adelante se desarrollarán (parte dedicada a extracción de conocimiento) se han buscado esas habilidades en dos áreas muy concretas, cuyas competencias son

consideradas básicas (esto es, matemáticas y lengua castellana), centrandos esos trabajos en las dos inteligencias que las afectan. La independencia de las distintas inteligencias justifica por sí mismo ese interés, ya que a la hora de obtener modelos valoramos la influencia de los posibles predictores del RA mediante las capacidades lingüística y lógico-matemática del alumno.

5.2.2 El Aprendizaje. Teorías

La psicología de la educación es la rama de la psicología y de la pedagogía que estudia científicamente los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como de los problemas que en el contexto de los mismos puedan presentarse. Tras la revisión de diferentes autores se destacan a continuación algunas definiciones que nos permiten conocer **qué es el Aprendizaje**:

- Gagné, [Gagné, 1965], define aprendizaje como “un cambio en la disposición o capacidad de las personas que puede retenerse y no es atribuible simplemente al proceso de crecimiento”.
- Knowles et al., [Knowles et al., 2001], se basa en la definición de Gagné, Hartis y Schyahn, para expresar que el aprendizaje es en esencia un “cambio producido por la experiencia”, distinguiendo entre:
 - **Aprendizaje como producto:** se pone de relieve el resultado final o el desenlace de la experiencia del aprendizaje;
 - **Aprendizaje como proceso,** se destaca lo que sucede en el curso de la experiencia de aprendizaje para posteriormente obtener un producto de lo aprendido; y
 - **Aprendizaje como función,** se realzan ciertos aspectos críticos del aprendizaje, (motivación, retención o transferencia) que presumiblemente hacen posibles cambios de conducta en el aprendizaje humano.

5.2.2.1 Teorías sobre el Aprendizaje

Pérez Gómez y Almaraz, [Pérez-Gómez and Almaraz, 1988], consideran que la mayoría de las teorías del aprendizaje son modelos explicativos que han sido obtenidos en situaciones experimentales, haciendo referencia a aprendizajes de laboratorio, y que pueden explicar relativamente el funcionamiento real de los procesos naturales del aprendizaje incidental o del que se hace en el aula. Además, expresa, que toda teoría del aprendizaje debería ofrecer una explicación de ese aprendizaje y dar cuenta de una serie de procesos:

- Bases bioquímicas y fisiológicas del aprendizaje (donde es necesario explicar la fisiología de la sensación, percepción, asociación, retención y acción).
- Fenómenos de adquisición (aquellas dimensiones, variables y factores que pueden explicar las peculiaridades en la adquisición de un nuevo aprendizaje).

- Fenómenos de transferencia. Toda teoría del aprendizaje debe afrontar el tema de la transferencia, del valor de un aprendizaje concreto para la comprensión y solución de nuevos problemas.
- Fenómenos de invención o creatividad. Son un tipo particular de transferencia o uno entre tantos tipos de aprendizaje (de destrezas, simbólico, de conceptos, de principios y de solución de problemas).

Sobre la clasificación de las teorías del aprendizaje, autores como [Pérez-Gómez and Almaraz, 1988; Bower and Hilgard, 1989; Pozo, 2003; Merriam and Caffarella, 1991; Acosta, 2001], coinciden en que la agrupación de dichas teorías es muy complicada y difícil. La propuesta más completa la dan [Alonso and Gallego, 2000] que clasifican las teorías del aprendizaje en ocho tendencias de acuerdo a su importancia pedagógica:

- **Teorías Conductistas.**
- **Teorías Cognitivas.** El término Cognitivo hace referencia a actividades intelectuales internas como la percepción, interpretación y pensamiento.
- La **Teoría Sinérgica** de Adam, aportó interesantes sugerencias en el campo del aprendizaje de los adultos y en el aprendizaje colaborativo.
- La **Tipología del Aprendizaje** según Gagné, ofreció fundamentos teóricos para guiar al profesorado en la planificación de la instrucción.
- La **Teoría Humanista** de Rogers se basó en que “toda teoría se construye a partir de otras teorías, o bien de algunos principios de orden filosófico, o bien de la observación empírica”.
- Las **Teorías Neurofisiológicas**, a principios del siglo XXI, (era de la información y las comunicaciones), explican sobre todo los componentes neurológicos, fisiológicos y la manera en que trabajan los dos hemisferios cerebrales.
- En las **Teorías de la Información**, cualquier comportamiento es analizado en términos de un intercambio de información entre el sujeto y el medio, intercambio que se consigue mediante la manipulación de símbolos (teorías aplicadas, por ejemplo, en las redes neuronales).
- El **Enfoque Constructivista**. Todo conocimiento se construye sobre la base de los procesos cognitivos del individuo en diálogo con el mundo.

Las teorías de Piaget, Skinner y Gagné coinciden en que el organismo es naturalmente activo y que el aprendizaje ocurre debido a tal actividad. Dicen que “**se debe dar especial atención a cada uno de los alumnos y sus diferencias para orientar de manera más individualizada su aprendizaje**”. Muchos de estos conceptos del aprendizaje han sido tomados como base de nuevas teorías y en la estructuración de nuevas corrientes para estudios del ser humano en el campo de la Psicología, la Pedagogía, la Didáctica, las Tecnologías de la Información y la Comunicación, etc.

5.3 Teorías sobre Didáctica

5.3.1 Líneas de investigación actuales

En las últimas tres décadas se han visto crecer y consolidarse grupos de todo el mundo dedicados a la investigación de los problemas asociados a la Enseñanza y al Aprendizaje de las Matemáticas, así como al desarrollo de productos de “aplicación” de los resultados de las investigaciones que permiten ayudar en la solución de estos problemas en la búsqueda de su propia identidad, [González and Arrieche, 2007].

A este respecto, existen propuestas concretas de algunos especialistas, como es el caso de la teoría de los Significados Institucionales y Personales de un Objeto Matemático [Godino and Batanero, 1994; Godino, 2001, 2003], la de los Campos Conceptuales [Vergnaud, 1990], la Teoría Antropológica de la Didáctica de la Matemática [Chevallard, 1991], la Teoría de las Situaciones Didácticas [Brousseau, 1986], Organizadores del Currículo [Rico, 1997] o la socioepistemología [Cantoral, 2004]. Entre todos ellos, se ha de destacar con cierto énfasis la actividad de investigación que se ha realizado desde la década de los noventa en el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Esta investigación está sustentada o enmarcada en los fundamentos teóricos y filosóficos que desarrollan los grupos de investigación de Luís Rico (los organizadores del currículo) y de Juan Díaz Godino (el enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática). Pasemos a conocer de forma resumida esta última teoría.

5.3.2 El enfoque semiótico antropológico (EOS)

A la hora de analizar la actividad matemática y aquellos procesos que nos llevan a su conocimiento, en [Godino, 2002] se adopta la noción de significado como clave para este análisis. Consigue con ello articular dentro de un sistema coherente las dimensiones **epistemológicas, cognitivas e instruccionales** que se ponen en juego durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y utilizar nociones semióticas como elemento integrador. Abre de esta manera una línea de investigación basada en nociones teóricas del enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática. Entre esas nociones teóricas adoptadas para el estudio de las tres dimensiones mencionadas y propuestas en este modelo para el análisis didáctico, están las del “significado institucional y personal de un objeto matemático”, [Godino and Batanero, 1994; Arrieche, 2003]. Estos significados se conciben como los sistemas de prácticas (operativas y discursivas) realizadas por una persona (o en el seno de una institución) para resolver un determinado campo de problemas (matemáticos).

Desde el punto de vista metodológico, en las investigaciones desarrolladas dentro del enfoque semiótico-antropológico, se deben combinar diversos métodos y técnicas según las distintas face-

tas de la investigación, dependiendo del problema abordado en las mismas. En consecuencia, se debe combinar el estudio documental en la componente epistemológica con diversas técnicas y enfoques en las partes experimentales, tanto cognitivas como instruccionales (Tabla 5.2).

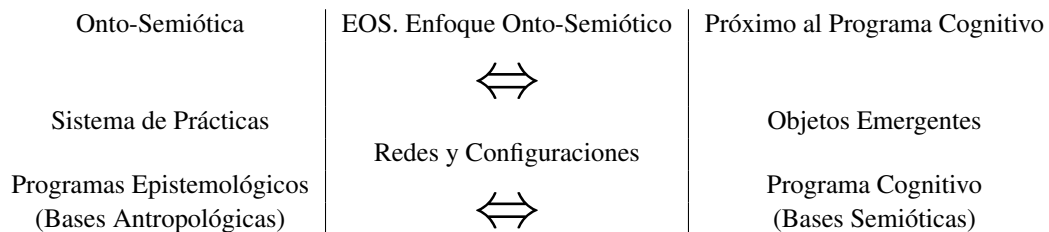


Tabla 5.2: Esquema. Enfoque Onto-Semiótico

Desde este enfoque, se puede presentar a un **proceso de instrucción** como el comprendido por distintas dimensiones interconectadas: **epistémica** (significados institucionales), **docente** (funciones del profesor), **discente** (funciones de los alumnos), **mediacional** (recursos materiales), **cognitiva** (significados personales), **emocional** (sentimientos y afectos). Cada una de estas dimensiones se puede modelizar como un proceso estocástico, para cuyos estados se puede proponer una categorización.

La Teoría de las Funciones Semióticas distingue seis categorías de entidades primarias como constituyentes de los sistemas de prácticas: lenguaje, situaciones, acciones, conceptos, proposiciones y argumentos.

En cada realización del proceso instruccional (cada experiencia particular de enseñanza de un contenido) se producen una serie de estados posibles y no otra. Es decir, se produce una trayectoria muestral del proceso, que describe la secuencia particular de funciones o componentes que ha tenido lugar a lo largo del tiempo. Para ello, distinguiremos seis tipos de procesos y sus correspondientes trayectorias muestrales:

1. **Trayectoria epistémica.** Distribución a lo largo del tiempo de la enseñanza de los componentes del significado institucional. Se interpreta dentro del marco de la TFS como “sistema de prácticas operativas y discursivas” implementado. Los componentes (problemas, acciones, lenguaje, definiciones, propiedades, argumentos) se van sucediendo en un cierto orden en el proceso de instrucción. Estos estados se suceden a lo largo del proceso instruccional relativo a un tema o contenido. Hay que tener en cuenta que cada configuración epistémica, globalmente considerada, desempeña una función específica en el proceso de instrucción. Ahora bien, para conocer lo que ocurre en el interior de cada configuración epistémica, tendremos que analizarla con más detalle y por tanto reconocer nuevas entidades y estados en el segmento de la trayectoria correspondiente (Tabla 5.3).

Categorías	Entidades Primarias	Estados
S	Situaciones	E1: Situacional
Ac	Acciones	E2: Actuativo
L	Lenguaje	E3: Lingüístico
C	Conceptos	E4: Conceptual
P	Proposiciones	E5: Proposicional
Ar	Argumentos	E6: Argumentativo

Tabla 5.3: Categorías, entidades primarias y estados. Sistema de Tareas. Trayectoria Epistémica.

Se denominará “configuración epistémica” al sistema de objetos y funciones semióticas que se establecen entre ellos relativos a la resolución de una determinada situación-problema-tarea. Se trata, por tanto, de un segmento de la trayectoria epistémica. El análisis epistémico será la caracterización de las configuraciones epistémicas, su secuenciación y articulación. Dentro de cada configuración se definen unidades de análisis más elementales según los estados de la trayectoria, que llamamos **unidades epistémicas**. Durante el proceso de estudio se podrá detectar dentro de la Trayectoria Epistémica aquella fase en la que el alumno ha obtenido un mayor déficit en su rendimiento e identificar aquella **unidad epistémica** que justifique la causa encontrada en el análisis efectuado en la MD.

2. **Trayectoria docente.** Es la distribución de las funciones/tareas/acciones docentes a lo largo del proceso de instrucción. Se usa la expresión “trayectoria docente” para referirse a la secuencia de actividades que realiza el profesor durante el proceso de estudio de un contenido o tema. Cuando tales actividades se circunscriben a una situación–problema (o tarea) específica hablaremos de “configuración docente”, la cual irá asociada a un configuración epistémica (Tabla 5.4).

Categorías	Entidades Primarias	Estados
Pl	Diseño y selección	P1: Planificación
Mo	Afecto, respeto y estímulo	P2: Motivación del alumno
As	Dirección y control	P3: Asignación de tareas
R	Normas y Reglas	P4: Regulación
Ev	Observación y valoración	P5: Evaluación del aprendizaje
In	Reflexión y análisis	P6: Investigación

Tabla 5.4: Categorías, entidades primarias y estados. Sistema de Tareas. Trayectoria Docente.

El libro de texto desempeña, en el proceso de estudio, el papel de “significado institucional pretendido”. Pero se puede observar que el profesor puede ir generando el significado institucional efectivamente implementado en la clase como consecuencia de la interacción didáctica.

3. **Trayectorias discentes.** De manera análoga al caso de las trayectorias epistémica y docente interesa definir el constructo configuración discente, como el sistema de funciones/acciones que desempeña un alumno a propósito de una configuración epistémica.

Esta podría ser la categorización de tipos potenciales de estados o funciones del alumno en el proceso instruccional (Tabla 5.5).

Categorías	Entidades Primarias	Estados
Ce	Compromiso educativo	A1: Aceptar el compromiso educativo
Rc	Responder a cuestiones	A2: Modos de responder a cuestiones
Cp	Conceptos y proposiciones	A3: Interpretar reglas
Co	Comunicación	A4: Comunicar soluciones a tareas
Aj	Argumentación y justificación	A5: Argumentar y justificar conjeturas
Ri	Recepción de información	A6: Recibir información
Di	Demanda de Información	A7: Estados en los que pedir información
Ej	Ejercitación de tareas	A8: Realizar tareas para dominar técnicas
Ev	Evaluación	A9: Estados en los se realizan pruebas

Tabla 5.5: Categorías, entidades primarias y estados. Sistema de Tareas. Trayectoria Discente.

4. **Trayectoria mediacional.** Representa la distribución de los recursos tecnológicos utilizados (libros, apuntes, manipulativos, software, etc.).

En el proceso instruccional se podrán utilizar diversos medios o recursos como dispositivos de ayuda al estudio. Esto incluirá medios de presentación de la información en clase (pizarra, retroproyector, etc.), dispositivos de cálculo y graficación (calculadoras, ordenadores), materiales manipulativos, etc. La noción de trayectoria mediacional pretende servir de herramienta para analizar los usos potenciales y efectivamente implementados de los medios instruccionales y sus consecuencias cognitivas. En el ejemplo que se está considerando, la tecnología utilizada es la tradicional de libro de texto, escritura y cálculo manual en cuadernos y pizarra.

5. **Trayectorias cognitivas.** Cronogénesis de los significados personales de los alumnos. En la TFS se introduce la noción de **significado personal** para designar los conocimientos del alumno. Al igual que los significados institucionales, estos significados son concebidos como los “sistemas de prácticas operativas y discursivas” que son capaces de realizar los alumnos teniendo como objetivo un cierto tipo de tareas. Los significados personales se van construyendo progresivamente a lo largo del proceso de instrucción, partiendo de unos significados iniciales al comienzo del proceso, y alcanzando unos determinados significados finales (logrados o aprendidos).

La cronogénesis de los significados personales es relativa a cada aprendiz y permanece en su esfera privada. Por ello, será necesario examinar los “apuntes de clase”, cumplimentar

cuestionarios y pruebas de evaluación inicial y final, realizar entrevistas, etc.

Proceso de Instrucción		
Significados Iniciales (Evaluación Inicial)	Significados personales	Significados Finales (Evaluación Final)
	Sistemas de prácticas operativas y discursivas	
	Significados Institucionales	
Observación del profesor	Interacción Profesor-Alumno	Toma de decisiones sobre la trayectoria epistémica

Tabla 5.6: Trayectoria Cognitiva del proceso de estudio.

La interacción del profesor con los alumnos mientras resuelven tareas en clase, en los segmentos en que tiene lugar esa actividad, le permite acceder parcialmente a la progresiva construcción de los conocimientos de los alumnos, y tomar decisiones sobre la cronogénesis institucional.

Aparte de las evaluaciones colectivas y retóricas en clase del tipo, “¿tienen vds alguna duda sobre los ejercicios planteados el pasado viernes?. No, ¿todo el mundo?, ¿seguro?”, han existido momentos en los que el profesor ha observado el trabajo de los alumnos resolviendo personalmente sus tareas. Este hecho le ha permitido evaluar el estado de sus trayectorias cognitivas y tomar decisiones sobre la trayectoria epistémica.

6. **Trayectorias emocionales.** Distribución temporal de los estados emocionales (actitudes, valores, afectos y sentimientos) de cada alumno con relación a los objetos y al proceso de estudio seguido.

Existen otros factores condicionantes del proceso de instrucción que admiten distintos estados y que cambian a lo largo del tiempo aglutinándose en torno a lo que se designa como estados emocionales (interés, compromiso personal, sentimientos de autoestima, etc).

Es de destacar la situación en la que pueden participar alumnos con necesidades educativas especiales (alumnos con discapacidad, alumnos inmigrantes con dificultades, etc.), ya que en su proceso de instrucción cobra verdadera importancia su trayectoria emocional, pudiendo ésta llegar a ser determinante.

También puede ocurrir que, los alumnos “pueden parecer” estar interesados y atentos a las explicaciones del profesor. Pero esta apreciación no deja de ser superficial, a pesar del aparente ambiente de respeto y compromiso con las tareas. Por ello, sería necesaria la aplicación de determinados instrumentos de recogida de datos para describir con validez y fiabilidad

los estados de las trayectorias emocionales en relación al proceso instruccional que están viviendo.

El **tiempo didáctico** debemos concebirlo como un vector cuyas componentes son los valores de las duraciones temporales de las diversas actividades docentes y discentes que tienen lugar en un proceso de estudio.

El **tiempo de aprendizaje** podemos definirlo como la duración que un alumno requiere para lograr los objetivos de aprendizaje relativos a un contenido dado.

Al analizar la actividad matemática (y en general, cualquier actividad instruccional) la TFS considera seis tipos de procesos y sus correspondientes trayectorias muestrales. En este trabajo se van a considerar con especial atención a dos de esas trayectorias: **cognitiva** y **discente**. Respecto a la docente, hay que ser consciente de que excepto la duración de las interacciones profesor–alumno que tienen lugar en la clase, las restantes duraciones son difícilmente accesibles a la observación externa, en particular el tiempo que cada alumno dedica al estudio personal del contenido pretendido.

La cronogénesis de los conocimientos personales de los alumnos (el aprendizaje) está condicionada por los significados implementados y la variedad de factores que los determinan. La identificación de estos factores ha sido abordada dentro de la Teoría Antropológica por [Bosch et al., 2003], quienes los clasifican según el nivel de generalidad como mostramos en la Tabla 5.7.

Sociedad → Escuela → Pedagogía → Disciplina → Área → Sector → Tema → Cuestión

Tabla 5.7: Nivel de generalidad del Enfoque Onto-Semiótico

5.3.3 El concepto de Idoneidad. Indicadores

Como un desarrollo de la teoría antropológica en didáctica de la matemática, [Chevallard, 1992, 1999], Godino plantea la problemática del diseño educativo en el campo de las didácticas específicas desde la perspectiva aportada por el denominado “enfoque ontosemiótico” del conocimiento y la instrucción matemática (EOS), [Godino et al., 2007].

Se pretende construir una teoría de la instrucción en un área con un contenido específico, admitiendo que no puede dar recetas de actuación para cada circunstancia, pero sí principios y criterios generales basados en resultados contrastados por la investigación para los cuales existe consenso en la comunidad científica correspondiente. Se afirma que: “La enseñanza es relacional. Los profesores, los alumnos, y el contenido sólo se pueden comprender unos en relación a los otros. El profesor trabaja para orquestar el contenido, las representaciones del contenido, y las interrelaciones de las personas que intervienen en la clase. Los modos de estar de los alumnos, sus

formas de participación, y su aprendizaje emerge de estas relaciones mutuamente constitutivas. La enseñanza es también multidimensional”, [Franke et al., 2007].

La Tabla 5.8 muestra a modo de resumen el esquema del análisis de un proceso de instrucción desde el punto de vista del EOS realizado en cinco niveles.

Niveles	Aplicación	Objetivo	Observaciones
Nivel 1 Sistemas de prácticas y objetos	Planificación e implementación de una actividad didáctica particular	Analizar las prácticas planificadas y realizadas en esa actividad	Es posible descomponer el proceso de estudio en una secuencia y, analizar-describir las prácticas en cada etapa
Nivel 2 Procesos y conflictos semióticos	Se centra tanto en los procesos y objetos que intervienen en la práctica como en los que emergen de ella	Identifica tanto al sujeto agente (institución o persona) como al medio en el que la práctica se realiza	Busca fundamentalmente describir la complejidad ontosemiótica de las prácticas
Nivel 3 Configuraciones y trayectorias didácticas (6 Trayectorias)	Se estudian las articulaciones entre las trayectorias didácticas propiciadas por el profesor	Se orienta a la descripción de los patrones de interacción entre los aprendices (trayectorias cognitivas)	
Nivel 4 Sistema de normas que condicionan y hacen posible el proceso de estudio	Se analiza la trama de normas que condicionan la actividad didáctica		
Nivel 5 Idoneidad didáctica del proceso de estudio	Busca la aplicación de los cuatro precedentes en un modelo que permita la mejora de la actividad didáctica analizada		

Tabla 5.8: Esquema del Análisis de un proceso de instrucción desde el punto de vista del EOS.

Configuraciones didácticas. El proceso de Enseñanza-Aprendizaje de un contenido se modeliza, como ya se comentó antes, mediante un proceso estocástico multidimensional formado por seis subprocesos –epistémico, docente, discente, mediacional, cognitivo y emocional– cada uno de los cuales va a estar ligado a una trayectoria y a un estado potencial, [Godino et al., 2007].

La unidad primaria de análisis didáctico es la configuración didáctica, compuesta por las interacciones profesor–alumno en torno al estudio de un objeto, utilizando unos recursos materiales específicos, [Godino et al., 2007].

Asociada a una configuración didáctica (Tabla 5.9) aparece la configuración epistémica: una tarea junto con los procedimientos, lenguajes, conceptos, proposiciones y argumentos necesarios para resolverla. A su vez, asociada a una configuración epistémica aparece la configuración instruccional que está formada por la red de objetos docentes, discentes y mediacionales puestos en juego. Finalmente, a través de las configuraciones cognitivas se hace la descripción de los aprendizajes construidos, [Godino et al., 2007].

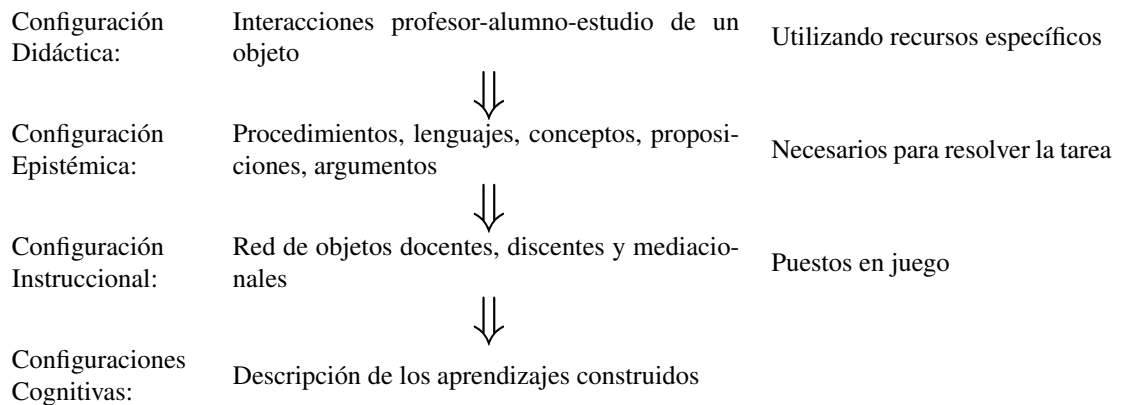


Tabla 5.9: Esquema de una Configuración Didáctica.

Criterios e indicadores de idoneidad didáctica. Aparece la noción de idoneidad didáctica como referente en la construcción de esta teoría de instrucción que introduce EOS. La idoneidad didáctica de un proceso de instrucción lo define como la articulación coherente y sistémica de las seis componentes siguientes, [Godino et al., 2007]:

- Idoneidad epistémica, se refiere al grado de representatividad de los significados institucionales implementados (o pretendidos), respecto de un significado de referencia.
- Idoneidad cognitiva, expresa el grado en que los significados pretendidos/ implementados estén en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los significados personales logrados a los significados pretendidos/ implementados.
- Idoneidad interaccional. Un proceso de enseñanza-aprendizaje tendrá mayor idoneidad desde el punto de vista interaccional si las configuraciones y trayectorias didácticas permiten, por una parte, identificar conflictos semióticos potenciales (que se puedan detectar a priori), y por otra parte permitan resolver los conflictos que se producen durante el proceso de instrucción.
- Idoneidad mediacional, grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Idoneidad afectiva, grado de implicación (interés, motivación, ..) del alumnado en el proceso de estudio. Esta idoneidad está relacionada tanto con factores que dependen de la institución como con factores que dependen básicamente del alumno y de su historia escolar previa.
- Idoneidad ecológica, grado en que el proceso de estudio se ajusta al proyecto educativo del centro, la escuela y la sociedad y a los condicionamientos del entorno en que se desarrolla.

Evidentemente, se alcanzará la óptima idoneidad didáctica cuando los seis tipos de idoneidad se den simultáneamente. Pero un proceso de instrucción puede tener alta idoneidad epistémica

y baja idoneidad cognitiva, [Godino et al., 2007]. Se introducen estos conceptos porque, según Godino, podemos aplicar el concepto de idoneidad didáctica al análisis de un proceso de estudio ya sea puntual –como el desarrollo de una clase o una unidad didáctica– o global –como el desarrollo de un curso– y que, para realizar un análisis idóneo, es necesario que dispongamos de unas directrices claras y explícitas de actuación. En este trabajo, se va a tomar en consideración el rendimiento de un proceso de estudio del alumno durante varios cursos académicos por lo que el enfoque va a ser más genérico.

5.3.4 Indicadores de idoneidad didáctica en este trabajo

La noción de idoneidad didáctica se puede aplicar al análisis de un proceso de estudio puntual implementado en una sesión de clase, a la planificación o el desarrollo de una unidad didáctica, o de manera más global, al desarrollo de un curso o una propuesta curricular.

El logro de una alta idoneidad didáctica de un proceso de estudio, como también su valoración, es un proceso sumamente complejo que, como se ha visto, involucra diversas dimensiones, que a su vez están estructuradas en distintas componentes. Tanto las dimensiones como sus componentes no son observables directamente por lo que se hace necesario inferirlos a partir de indicadores empíricos. El EOS proporciona herramientas para hacer operativa la noción de idoneidad de las configuraciones y trayectorias didácticas en que se puede descomponer un proceso de estudio, [Godino et al., 2006b].

Veamos, a continuación, algunos de esos indicadores orientados a medir la idoneidad de las acciones realizadas sobre los alumnos en lengua (AcL) y en matemáticas (AcM); primero de forma general y luego particularizados a estas asignaturas.

5.3.4.1 Idoneidad epistémica

Se entiende que un programa formativo, o un proceso de estudio, tiene mayor idoneidad epistémica en la medida en que los contenidos implementados (o pretendidos) representan bien a los contenidos de referencia. En la Tabla 5.10 incluimos los componentes y algunos indicadores relevantes que permiten hacer operativa dicha noción de una forma muy general.

Un punto central para el logro de una alta idoneidad epistémica será, por tanto, la selección y adaptación de situaciones-problemas o tareas ricas. Sin embargo, aunque estas situaciones constituyen un elemento central, el logro de una idoneidad epistémica alta requiere también **atención**, como propone el EOS, a las diversas representaciones o medios de expresión, definiciones, procedimientos, proposiciones, así como justificaciones de las mismas.

Idoneidad Epistémica		
Componentes	Descriptorios	Indicadores
Situaciones-problemas	- Selección de una muestra representativa y articulada de situaciones de contextualización, ejercitación y aplicación	<i>IdEp₁</i>
	- Propuesta de situaciones de generación de problemas (problematización)	<i>IdEp₂</i>
Lenguaje	- Uso de diferentes modos de expresión (verbal, gráfico, simbólico...), traducciones y conversiones entre los mismos	<i>IdEp₃</i>
	- Nivel del lenguaje adecuado a quienes se dirige	<i>IdEp₄</i>
	- Propuesta de situaciones de expresión e interpretación	<i>IdEp₅</i>
Elementos regulativos (Definiciones, proposiciones, procedimientos)	- Definiciones y procedimientos clara y correctamente enunciados, adaptados al nivel educativo al que se dirigen	<i>IdEp₆</i>
	- Presentación de los enunciados y procedimientos fundamentales del tema según el significado de referencia y el nivel educativo	<i>IdEp₇</i>
	- Propuesta de situaciones para la generación y negociación de las reglas	<i>IdEp₈</i>
Argumentos	- Adecuación de las explicaciones, comprobaciones, demostraciones al nivel educativo al que se dirigen	<i>IdEp₉</i>
	- Se promueven momentos de validación	<i>IdEp₁₀</i>
Relaciones (conexiones, significados)	- Relación y articulación significativa de los objetos puestos en juego	<i>IdEp₁₁</i>
	(situaciones, lenguaje, reglas, argumentos) y las distintas configuraciones en que se organizan	<i>IdEp₁₂</i>

Tabla 5.10: Idoneidad Epistémica (IdEp): componentes, descriptorios e indicadores.

En el Capítulo 7, se verá que entre las capacidades que medimos en el alumno figura la Atención (capacidad para discriminar diferencias) obtenida a partir del test BADyG renovado. Se deberá poner un especial énfasis en el análisis de los resultados producto del sistema de predicción (Capítulo 12) cuando valoremos las reglas obtenidas y se pueda observar si esta capacidad es discriminada en un alumno para un determinado valor. Ello podrá aportar información sobre su grado de atención y si requiere tomar algún tipo de medidas respecto de su mejora.

5.3.4.2 Idoneidad Cognitiva

Definimos la idoneidad cognitiva como el grado en que los contenidos implementados (o pretendidos) son adecuados para los alumnos, es decir, están en la zona de desarrollo potencial de los alumnos. Por ello, se hace conveniente hacer un análisis más detenido relativo a las características del ámbito cognitivo específico del procesamiento de la información. Es decir, de las características relativas a la percepción (capacidades lingüísticas y lógico-matemáticas), a la atención (capacidad para discriminar diferencias) y a la Memoria de Relato Oral y a la Memoria Visual Ortográfica (Tabla 5.11).

Idoneidad Cognitiva		
Componentes	Descriptor	Indicadores
Conocimientos previos	- Los alumnos tienen los conocimientos previos necesarios para el estudio del tema (bien se han estudiado anteriormente o el profesor planifica su estudio)	<i>IdC₁</i>
(Componentes similares a la dimensión epistémica)	- Los significados pretendidos se pueden alcanzar (tienen una dificultad manejable) en sus diversas componentes	<i>IdC₂</i>
Adaptaciones curriculares a las diferencias individuales	- Se incluyen actividades de ampliación y de refuerzo	<i>IdC₃</i>
	- Se promueve el acceso y el logro de todos los alumnos	<i>IdC₄</i>
Aprendizaje:	- Los diversos modos de evaluación indican que los alumnos logran la apropiación de los conocimientos, comprensiones y competencias pretendidas:	
Se tienen en cuenta los mismos elementos que para la idoneidad epistémica	Comprensión conceptual y proposicional; competencia comunicativa y argumentativa; fluencia procedimental; comprensión situacional; competencia metacognitiva	<i>IdC₅</i>
	- La evaluación tiene en cuenta distintos niveles de comprensión y competencia	<i>IdC₆</i>
	- Los resultados de las evaluaciones se difunden y usan para tomar decisiones	<i>IdC₇</i>

Tabla 5.11: Idoneidad Cognitiva (IdC): componentes, descriptor e indicadores.

En el marco del EOS se asume que el aprendizaje implica la apropiación de los significados institucionales pretendidos por parte de los alumnos, mediante la participación en la comunidad de prácticas generada en la clase. Supone el acoplamiento progresivo entre los significados personales iniciales de los alumnos y los significados institucionales planificados.

El principio de aprendizaje requiere que: “Los alumnos deben aprender las asignaturas entendiéndolas, construyendo activamente el nuevo conocimiento a partir de sus experiencias y conocimientos previos”...Y “la evaluación debe apoyar el aprendizaje de las asignaturas relevantes y proveer de información útil tanto a profesores como alumnos”.

Al valorar el grado de idoneidad cognitiva será muy importante observar que nos dicen los modelos obtenidos sobre las capacidades del alumno en lengua y en matemáticas o sobre su eficiencia o su rapidez.

5.3.4.3 Idoneidad afectiva

La emisión de un juicio sobre la mayor o menor idoneidad afectiva del proceso en cuestión se basa en el grado de implicación, interés y motivación de los alumnos. En la Tabla 5.12 se incluyen los componentes e indicadores seleccionados.

Idoneidad Afectiva		
Componentes	Descriptorios	Indicadores
Intereses y necesidades	- Las tareas tienen interés para los alumnos	<i>IdAf₁</i>
	- Se proponen situaciones que permitan valorar la utilidad de la asignatura en la vida cotidiana y profesional	<i>IdAf₂</i>
Actitudes	- Se promueve la participación en las actividades, la perseverancia, responsabilidad, etc.	<i>IdAf₃</i>
	- Se favorece la argumentación en situaciones de igualdad; el argumento se valora en sí mismo y no por quién lo dice.	<i>IdAf₄</i>
Emociones	- Se promueve la autoestima, evitando el rechazo, fobia o miedo a la asignatura	<i>IdAf₅</i>
	- Se resaltan las cualidades de estética y precisión de la asignatura	<i>IdAf₆</i>

Tabla 5.12: Idoneidad Afectiva (IdAf): componentes, descriptorios e indicadores.

Los objetos y procesos afectivos son usualmente considerados como entidades psicológicas, que se refieren a estados o rasgos mentales más o menos estables, o a disposiciones para la acción de los sujetos individuales. Pero desde el punto de vista educativo el logro de unos estados afectivos que interaccionen positivamente con el dominio cognitivo tienen que ser objeto de consideración por parte de las instituciones educativas, y, en particular, por el profesor. El dominio afectivo conlleva, por tanto, una faceta institucional y se concreta en normas de índole afectivo que condicionan el trabajo del profesor.

Aspectos del autoconcepto aportados, por ejemplo, por el autoconcepto emocional, nos deben mostrar una información que aclare esta idoneidad.

Se puede poner en alerta las capacidades a medir en lengua o en matemáticas que se vean afectadas por un determinado autoconcepto emocional, cuestionando si ese autoconcepto ha influido de alguna manera sobre la idoneidad afectiva de este proceso de enseñanza—aprendizaje.

Aspectos como el autoconcepto y la adaptación del alumno tienen una importancia que debe ser tenida en cuenta al valorar su grado de idoneidad afectiva.

5.3.4.4 Idoneidad interaccional

Es el grado en que los modos de interacción permiten identificar y resolver conflictos de significado, favorecen la autonomía en el aprendizaje y el desarrollo de competencias comunicativas (Tabla 5.13). Teniendo en cuenta principios de aprendizaje socio—constructivista ampliamente asumidos se valora positivamente la presencia de momentos en que los alumnos asumen la responsabilidad de su aprendizaje. La aceptación de este principio de autonomía en el aprendizaje es un rasgo esencial de la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau, [Brousseau, 1997], en la

que las situaciones de acción, comunicación y validación se conciben como momentos adidácticos de los procesos de estudio, esto es, situaciones en las que los alumnos son protagonistas en la construcción de los conocimientos pretendidos.

Idoneidad Interaccional		
Componentes	Descriptor	Indicadores
Interacción docente—discente	- El profesor hace una presentación adecuada del tema (presentación clara y bien organizada, no habla demasiado rápido, enfatiza los conceptos clave del tema, etc.)	<i>IdIn₁</i>
	- Reconoce y resuelve los conflictos de los alumnos (se hacen preguntas y respuestas adecuadas, etc.)	<i>IdIn₂</i>
	- Se busca llegar a consensos con base al mejor argumento	<i>IdIn₃</i>
	- Se usan diversos recursos retóricos y argumentativos para implicar y captar la atención de los alumnos	<i>IdIn₄</i>
	- Se facilita la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase	<i>IdIn₅</i>
Interacción entre alumnos	- Se favorece el diálogo y comunicación entre los alumnos	<i>IdIn₆</i>
	- Tratan de convencerse a sí mismos y a los demás de la validez de sus afirmaciones, conjeturas y respuestas, apoyándose en argumentos	<i>IdIn₇</i>
	- Se favorece la inclusión en el grupo y se evita la exclusión	<i>IdIn₈</i>
Autonomía	- Se contemplan momentos en los que los alumnos asumen la responsabilidad del estudio (plantean cuestiones y presentan soluciones; exploran ejemplos y contraejemplos para investigar y conjeturar; usan una variedad de herramientas para razonar, hacer conexiones, resolver problemas y comunicarlos)	<i>IdIn₉</i>
Evaluación formativa	- Observación sistemática del progreso cognitivo de los alumnos	<i>IdIn₁₀</i>

Tabla 5.13: Idoneidad Interaccional (IdIn): componentes, descriptor e indicadores.

La toma de decisiones sobre la progresión del estudio, tanto por parte del docente como de los alumnos, requiere la puesta en práctica de procedimientos de observación y encuesta para una evaluación formativa de los aprendizajes.

En el marco de la Educación Matemática Realista se asume un principio de interacción, según el cual, la enseñanza de las matemáticas es considerada una actividad social. A la hora de analizar las reglas obtenidas por el sistema de predicción, deben por tanto, tenerse muy en cuenta todos aquellos aspectos sociales ligados tanto al autoconcepto social, como a la adaptación del alumno en su aspecto social.

5.3.4.5 Idoneidad mediacional

Se entiende la idoneidad mediacional como el grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales para el desarrollo del proceso de enseñanza—aprendizaje (Tabla 5.14). Se puede considerar que las calculadoras y demás herramientas tecnológicas, como sistemas de

cálculo algebraico, software de geometría dinámica, applets, hojas de cálculo y dispositivos de presentación interactiva, son componentes vitales de una educación de alta calidad. En la siguiente tabla se muestran algunos componentes e indicadores de idoneidad en el uso de recursos tecnológicos, incluyendo artefactos manipulativos. Se debe considerar, también, como factor determinante de la idoneidad mediacional las condiciones ambientales de la clase, la ratio profesor/alumnos y el tiempo asignado a la enseñanza y el aprendizaje.

Idoneidad Mediacional		
Componentes	Descriptoros	Indicadores
Recursos materiales (Manipulativos, calculadoras, ordenadores)	- Se usan materiales manipulativos e informáticos que permiten introducir buenas situaciones, lenguajes, procedimientos, argumentaciones adaptadas al contenido pretendido - Las definiciones y propiedades son contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones	<i>IdMe₁</i> <i>IdMe₂</i>
Número de alumnos, horario y condiciones del aula	- El número y la distribución de los alumnos permite llevar a cabo la enseñanza pretendida - El horario del curso es apropiado (por ejemplo, no se imparten todas las sesiones a última hora) - El aula y la distribución de los alumnos es adecuada para el desarrollo del proceso instruccional pretendido	<i>IdMe₃</i> <i>IdMe₄</i> <i>IdMe₅</i>
Tiempo (De enseñanza colectiva /tutorización; tiempo de aprendizaje)	- El tiempo (presencial y no presencial) es suficiente para la enseñanza pretendida - Se dedica suficiente tiempo a los contenidos más importantes del tema - Se dedica tiempo suficiente a los contenidos que presentan más dificultad de comprensión	<i>IdMe₆</i> <i>IdMe₇</i>

Tabla 5.14: Idoneidad Mediacional (IdMe): componentes, descriptoros e indicadores.

Aspectos ligados al entorno personal del alumno, esto es, lo social, lo familiar o lo escolar, deben cuestionarse al valorar la idoneidad mediacional.

5.3.4.6 Idoneidad ecológica

La idoneidad ecológica se refiere al grado en que un plan o acción formativa para aprender resulta adecuado dentro del entorno en que se utiliza. Por entorno entendemos todo lo que está fuera del aula, condicionando la actividad que se desarrolla en la misma. Así, nos podemos referir a todo lo que viene en general determinado por la sociedad, la escuela, la familia, la pedagogía, o la didáctica. Todos los atributos ligados a esos aspectos han de ser tenidos en cuenta a la hora de valorar las reglas obtenidas (Tabla 5.15).

Componentes	Idoneidad Ecológica	
	Descriptorios	Indicadores
Adaptación al currículo	- Los contenidos, su implementación y evaluación se corresponden con las directrices curriculares	<i>IdEc₁</i>
Apertura hacia la innovación didáctica	- Innovación basada en la investigación y la práctica reflexiva - Integración de nuevas tecnologías (calculadoras, ordenadores, TIC, etc.) en el proyecto educativo	<i>IdEc₂</i> <i>IdEc₃</i>
Adaptación socio-profesional y cultural	- Los contenidos contribuyen a la formación socio-profesional de los alumnos	<i>IdEc₄</i>
Educación en valores	- Se contempla la formación en valores democráticos y el pensamiento crítico	<i>IdEc₅</i>
Conexiones intra e interdisciplinares	- Los contenidos se relacionan con otros contenidos intra e interdisciplinares	<i>IdEc₆</i>

Tabla 5.15: Idoneidad Ecológica (IdEc): componentes, descriptorios e indicadores.

5.3.4.7 Interacciones entre facetas

En estos apartados anteriores se han identificado algunos indicadores de idoneidad para las seis facetas que se proponen en el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dichas facetas no se deben considerar como factores independientes, ya que de hecho existen interacciones entre ellas. Por ejemplo, el uso de recursos tecnológicos determina que se puedan abordar determinados tipos de problemas y las configuraciones de los objetos y los procesos correspondientes, lo que conlleva nuevas formas de representación, argumentación, generalización, etc. por otro lado, también pueden verse afectadas formas de interacción entre el profesor y los alumnos, el interés y la motivación, y en definitiva los aprendizajes (Tabla 5.16).

5.3.4.8 Idoneidad temporal y su relación con las restantes facetas

El tiempo dedicado a la enseñanza y el aprendizaje, y su gestión por parte del profesor y de los alumnos, es un componente determinante de la idoneidad didáctica de un proceso de estudio (Tabla 5.17). Este factor ha sido incluido como un recurso más en la faceta mediacional, junto con los recursos tecnológicos. Sin embargo, el tiempo interacciona también con las diversas facetas. En la siguiente tabla se incluyen algunos indicadores de idoneidad temporal en relación a las facetas epistémica, cognitiva, instruccional y ecológica.

Estamos considerando que el EOS proporciona un marco en el que es posible analizar la interacción entre las funciones del profesor y los alumnos a propósito de un contenido específico. Para ello, sería necesario desarrollar nuevas herramientas e incorporar nociones que han permitido describir de una manera más detallada las interacciones que ocurren en una clase cualquiera y en

una de matemáticas, por ejemplo. En un futuro, sería interesante extender este estudio al resto de asignaturas del currículo.

Componentes e indicadores de la idoneidad de interacciones entre facetas		
Componentes	Descriptor	Indicadores
Epistémica-ecológica	- El currículo propone el estudio de problemas de ámbitos variados como la escuela, la vida cotidiana y el trabajo	<i>IdIeF₁</i>
Epistémica-cognitiva-afectiva	- El contenido del estudio (fenómenos explorados en las diferentes áreas de contenido, formulando y justificando conjeturas) tiene sentido para los alumnos en los distintos niveles y grados	<i>IdIeF₂</i>
	- Los alumnos tienen confianza en sus habilidades para enfrentar problemas difíciles y mantienen su perseverancia aún cuando la tarea sea compleja	<i>IdIeF₃</i>
	- Se estimula a los alumnos a reflexionar sobre sus razonamientos durante los procesos de resolución de problemas de manera tal que son capaces de aplicar y adaptar las estrategias que han desarrollado en otros problemas y contextos	<i>IdIeF₄</i>
	- Las tareas que los profesores seleccionan para evaluar son representativas de los aprendizajes pretendidos	<i>IdIeF₅</i>
Epistémica-cognitiva-mediacional	- El uso de recursos tecnológicos induce cambios positivos en el contenido de enseñanza, en los modos de interacción, motivación y en el aprendizaje de los alumnos	<i>IdIeF₆</i>
Cognitiva-afectiva-interaccional	- Las explicaciones dadas por los alumnos incluyen argumentos y racionales, no solamente descripciones de procedimientos	<i>IdIeF₇</i>
	- Se incluyen contenidos motivadores, con adaptaciones razonables y apropiadas, que promueven el acceso y el logro de todos los alumnos	<i>IdIeF₈</i>
Ecológica-instruccional	- El profesor es comprensivo y dedicado a sus alumnos	<i>IdIeF₉</i>
(papel del docente y su formación)	- El profesor conoce y entiende profundamente las asignaturas que enseña y es capaz de usar ese conocimiento con flexibilidad en sus tareas de enseñanza	<i>IdIeF₁₀</i>
	- El profesor tiene amplias oportunidades y apoyo para incrementar y actualizar frecuentemente sus conocimientos didáctico	<i>IdIeF₁₁</i>

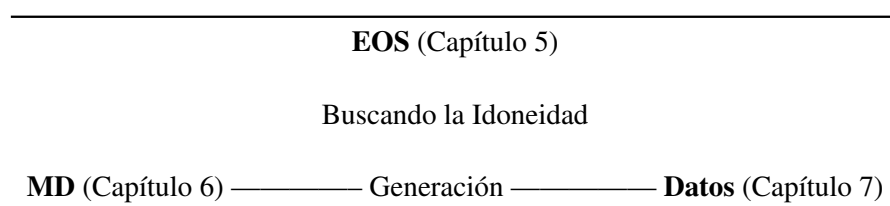
Tabla 5.16: Idoneidad de Interacciones entre Facetas (IdIeF): componentes, descriptor e indicadores

A continuación se muestra un esquema del propósito de tres capítulos: buscar la idoneidad que se espera encontrar en el proceso de instrucción (Capítulo 5); se van a construir las bases de información relacionadas (Capítulo 7), mostrando en la Tabla 5.18 la relación con las trayectorias,

Componentes	Componentes e indicadores de la idoneidad temporal	
	Descriptor	Indicadores
Temporal–epistémico	- El contenido y sus diversos significados se distribuyen de manera racional a lo largo del tiempo asignado al estudio	<i>IdT₁</i>
Temporal–cognitivo	- Los objetivos de aprendizaje tienen en cuenta las etapas de desarrollo evolutivo de los alumnos	<i>IdT₂</i>
Temporal–instruccional	- La gestión del tiempo instruccional tiene en cuenta los diversos momentos requeridos para el desarrollo de los distintos tipos de aprendizajes (exploración, formulación, comunicación, validación, institucionalización, ejercitación, evaluación)	<i>IdT₃</i>
Temporal–ecológico	- El tiempo asignado al proceso de estudio en el diseño curricular es adecuado para lograr el aprendizaje del contenido programado	<i>IdT₄</i>

Tabla 5.17: Idoneidad temporal (IdT): componentes, descriptores e indicadores

y que permitirán obtener modelos que ayuden a entender porqué se usan las técnicas de MD (Capítulo 6) para analizar ese rendimiento.



Fuentes Información	Trayectoria Epistémica	Trayectoria Docente	Trayectoria Discente	Trayectoria Mediacional	Trayectoria Cognitiva	Trayectoria Emocional
D. Académicos	X		X		X	
D. Personales			X	X		
D. Tests	X		X	X	X	X

Tabla 5.18: Relación entre las Fuentes de Información que se van a construir y las Trayectorias Didácticas

La extracción de conocimiento utilizando la Minería de Datos

6.1 Por qué usar Minería de Datos y Técnicas Computacionales

6.1.1 Introducción

En estos últimos años, ha aumentado el interés por utilizar la MD en el ámbito educativo, centrándose en el desarrollo de plataformas educativas y en el uso de métodos que ayudan a comprender mejor a los alumnos y el entorno en el que aprenden. Los métodos utilizados por la MD en la educación no suelen diferir de los métodos más generalistas, aunque si deben tener en cuenta los distintos niveles de jerarquía presentes en los datos.

El análisis de los datos en estos estudios en el ámbito educativo no es en sí mismo una práctica nueva. Los últimos avances en las tecnologías educativas han generado un interés creciente en el desarrollo de técnicas para el análisis de las grandes cantidades de datos generados. A lo que habría que añadir un aumento de la potencia de cálculo y la capacidad para registrar la precisión de los datos analizados.

Este interés creciente se ha traducido a partir del 2000, en una serie de talleres celebrados en el marco de varias conferencias internacionales, [Romero and Ventura, 2010]. Y ya en 2008, un grupo de investigadores estableció lo que se ha convertido en una conferencia internacional de investigación anual sobre EDM (Educational Data Mining), la primera de las cuales tuvo lugar en Montreal, Canadá.

Romero y Ventura, [Romero and Ventura, 2010], elaboraron una lista de aplicaciones primarias del EDM, cuyas áreas de actuación son las siguientes:

- Análisis y visualización de datos
- Proporcionar información para apoyar a instructores
- Recomendaciones para los alumnos
- Predecir el rendimiento del alumno
- Crear modelos de alumnos
- La detección de comportamientos indeseables en los alumnos
- Agrupamientos de los alumnos
- Análisis de redes sociales
- Desarrollo de mapas conceptuales
- La construcción de cursos
- Planificación y programación.

El EDM se puede aplicar a los sistemas de gestión de cursos, como es el caso de aquellos hechos en código abierto (Moodle). La plataforma Moodle contiene los datos del uso de diversas actividades, tales como resultados de pruebas, cantidad de lecturas realizadas o la participación en foros de discusión. Las herramientas de minería de datos se pueden utilizar para personalizar las actividades de aprendizaje para cada usuario y adaptar el ritmo en el que el alumno completa el curso. Esto es particularmente beneficioso para los cursos en línea con diferentes niveles de competencia, [Huebner, 2014].

6.1.2 Ventajas respecto a paradigmas tradicionales de investigación en educación

La creación de repositorios públicos de datos educacionales ha creado una base de información que hace posible la minería de datos educacionales. Los datos de estos repositorios son totalmente válidos, ya que son datos reales sobre el rendimiento y aprendizaje de alumnos reales, en ambientes educacionales, tomados en tareas de aprendizaje y cada vez más fácilmente accesibles para comenzar una investigación. El hecho de encontrarse los datos directamente accesibles, permite a los investigadores ahorrar mucho tiempo en tareas como la búsqueda de individuos (escuelas, profesores o alumnos), la organización de los estudios o la recopilación de estos datos. Esa disponibilidad de los datos ha supuesto un gran avance.

Después, una vez definido un determinado modelo de interés educativo sobre los datos, éste puede probarse sobre nuevos conjuntos de datos. Esa transferencia de los modelos podría no ser tan trivial, pero su proceso de desarrollo y validación para un nuevo contexto es de esta manera

mucho más rápido. Por este motivo, muchos análisis se han podido repetir e implementar sobre distintos sistemas o contextos de aprendizaje. Pero además, como existen miles de alumnos que usan herramientas de aprendizaje similares en distintos contextos, se ha proporcionado una nueva posibilidad de estudiar la influencia de los factores que influyen sobre el entorno en que operan profesores y alumnos.

Se sabe que históricamente, ha sido muy difícil estudiar cómo las diferencias entre grupos de profesores o de clases influyen en aspectos específicos del aprendizaje. Este tipo de análisis resulta mucho más fácil con la minería de datos. Además, el impacto de las diferencias individuales ha sido difícil de estudiar estadísticamente con los métodos tradicionales.

Se puede concluir diciendo, como consecuencia de todo esto, que la minería de datos aplicada al ambiente educativo posee el potencial de extender el amplio conjunto de herramientas que maneja, al análisis de cuestiones importantes para apreciar las diferencias individuales de los alumnos [Jiménez and Álvarez, 2010].

6.1.3 Por qué usar la MD

Los aprendizajes como tales, ya sean como aprendizaje real ya sean como aprendizaje computacional, justifican por sí mismos el uso del enfoque EOS, sobre la aplicación de las técnicas de MD.

Se sabe, que la MD permite obtener modelos que se pueden extraer de un proceso de propósito general como es el proceso de enseñanza-aprendizaje de un alumno. Desde este enfoque generalista, las distintas técnicas computacionales que introduce la MD pueden permitir elaborar una descripción de las conductas o de las regularidades de este proceso. Y así mismo, pueden predecir determinadas situaciones que están en los datos y que pueden, de otra manera, pasar inadvertidas o presupuestas.

La interconexión de ideas que aportan los departamentos de Didáctica (facultad de educación) y Tecnologías de la información (facultad de informática), permiten en el primero preparar y elegir los datos que van a ser manejados con las técnicas del segundo. Esa simbiosis permitirá una mejor interpretación de los resultados y la elección de los protocolos que consigan una mejora del aprendizaje en el alumno evitando una situación de fracaso. Los departamentos didácticos de los IES podrán establecer en cualquier momento qué pautas deben mantenerse o ser modificadas. Para ello sería esencial la permanente relación de contacto entre los departamentos didácticos de los IES (y de los colegios), con los departamentos didácticos de la facultad de Educación, donde ambos estarían al día de las inquietudes que afectan tanto al alumno como al docente.

6.2 Enfoque EOS para preparar el uso de la Minería de Datos

La estrecha relación entre el hecho institucional y el personal permiten preparar los tipos de datos y de atributos que podamos considerar para aplicar la MD. Las trayectorias que se han definido en el enfoque EOS consiguen crear aquellas parcelas que van a justificar la elección de los atributos que integran la base de información sobre la que aplicar el descubrimiento de conocimiento.

Principalmente, la información que aporta el alumno va a afectar a su trayectoria discente y cognitiva; pero de forma indirecta, y dando coherencia al proceso de instrucción, también a la trayectoria docente como elemento integrador.

A partir de la trayectoria cognitiva del alumno se hace inmediato cuestionarse como medir las capacidades que éste aporta como bagage al proceso de instrucción. Se piensa, entonces, que para la edad del alumno objeto de nuestro estudio, el **test BADyG renovado** proporciona esta información.

Dentro de la faceta afectiva, mediacional y emocional, interesa medir el autoconcepto y la adaptación a los entornos en los que realiza su actividad como discente, mediante los **tests AF5 y TAMAI**.

A partir de la evaluación desarrollada a lo largo de la actividad docente se podrá comprobar si el grado de interferencia de determinados parámetros medidos, alteran o no al proceso de aprendizaje.

Parte III

REALIZANDO LA EXTRACCIÓN DE CONOCIMIENTO

Construcción de los Conjuntos de Datos y Preprocesamiento

“Vale más saber alguna cosa de todo, que saberlo todo de una sola cosa”.

Blaise Pascal.

7.1 Introducción

Para aplicar el proceso de MD, con el objetivo de la mejora del RA, necesitamos disponer de un conjunto de datos asociados a los alumnos de secundaria. Esta primera fase consistirá en la recopilación e integración de los datos obtenidos para el fin propuesto. Para poder realizar de una manera coherente y coordinada la recopilación de los datos, se solicitaron, en las distintas convocatorias que la Consejería de Educación realiza cada curso académico entre los meses de septiembre y octubre, diversos proyectos docentes de “Formación Autónoma”. Estos proyectos docentes, de duración anual, fueron solicitados por un equipo docente como colaboración entre los departamentos de Orientación, Lengua y Matemáticas, principalmente, los cuales permitieron recopilar los datos y contrastar las conclusiones de los proyectos con las del rendimiento del alumno.

Por ser proyectos docentes promovidos por la Consejería de Educación y realizados directamente en los centros sobre los alumnos, su seguimiento podría ser inmediato y perseguir unos objetivos concretos que lo justificasen. Además, tanto Consejería como los propios centros de enseñanza permitirían el acceso a los datos necesarios y solo la aplicación de distintos tests a los alumnos a principio de curso precisaron la autorización de los padres (ver Sección 7.7).

Es de este modo como se han conseguido los datos de alumnos de I.E.S. de la Región de Murcia. En el resto del capítulo presentaremos el proceso seguido para la recopilación e integración de los datos.

7.2 Proyectos Docentes realizados

Los proyectos docentes realizados son los que mostramos en la Tabla 7.1, [Muñoz, 2002, 2005, 2006, 2007, 2010].

CURSO ACÁDEMICO	C.P.R.	TÍTULO DEL PROYECTO	DEPARTAMENTOS IMPLICADOS	CENTROS IMPLICADOS
2002-2003	Molina de Segura	“La Lengua y las Matemáticas: asignaturas pendientes” (Materiales de refuerzo para el primer ciclo de la E.S.O.)	Plástica, Física y Química, Matemáticas y Lengua	I.E.S. Abanilla
2005-2006	Murcia-II	“La Lengua y las Matemáticas: asignaturas clave en la E.S.O.”	Orientación, Matemáticas y Lengua	I.E.S. Sangonera la Verde
2006-2007	Murcia-II	”La Lengua y las Matemáticas: Evaluación de su rendimiento como asignaturas clave en la E.S.O.”	Orientación, Matemáticas y Lengua	I.E.S. Sanje
2007-2008	Murcia-II	“Enfoques de aprendizaje en alumnos de 2º de E.S.O. para las asignaturas de Lengua y de Matemáticas en el I.E.S. Sanje de Alcantarilla (MURCIA)”	Orientación, Matemáticas, Lengua y “Métodos para la investigación y diagnóstico en educación”	I.E.S. Sanje y Facultad de Educación (U. Murcia)
2010-2011	Murcia-II	“La Lengua y las Matemáticas: seguimiento, evaluación y confirmación de modelos obtenidos para 1º de E.S.O. que mejoran su rendimiento académico”	Orientación, Matemáticas y Lengua	I.E.S. Sangonera la Verde e I.E.S. Sanje

Tabla 7.1: Proyectos docentes realizados en Educación Secundaria

Durante el desarrollo de los distintos proyectos docentes se fueron decidiendo y construyendo distintos items de información relevantes para los objetivos de los distintos estudios. De una manera global, las distintas fuentes de información son las siguientes:

- A) La primera (DT), con resultados de tres Tests Psicométricos.
 - (a) Su autoconcepto – AF5.
 - (b) Capacidades del alumno – BADyG-renovado.
 - (c) Su adaptación a diferentes ámbitos – TAMAI.
- B) La segunda (DA), con Resultados Académicos de cuatro cursos académicos.
- C) Y la tercera (DP), con Datos Personales extraídos del programa de gestión de centros.

A continuación describimos cada una de ellas.

7.3 Obteniendo los datos

Una vez se ha ido avanzando en todos esos proyectos, se ha ido incrementando el volumen de datos que se ha ido manejando. Ello ha permitido escribir los diferentes capítulos de esta memoria con diferentes investigaciones en las que se han manejados los datos con un tratamiento diferente, que dependía del objetivo perseguido.

He aquí a modo de resumen la evolución de estos conjuntos de datos según el capítulo, centros manejados o niveles afectados por la investigación.

Capítulo	SV	SJ	TOTAL	NIVELES
En bruto	407	284	691	-
8	363	121	484	1º, 2º y 3º E.S.O.
9	363	121	484	1º E.S.O.
10 y 11	407	145	552	1º E.S.O.

Tabla 7.2: Evolución del volumen de datos

Si tenemos en cuenta que el número de alumnos matriculados en la E.S.O. durante el último de los cursos analizado (2010/2011) en la Región de Murcia fue de 65.572 y durante esos años fue en aumento el número de matriculados, podemos hacer una estimación del número de alumnos que podría ser suficiente para la realización de este estudio con unos mínimos de fiabilidad. Veámoslo a continuación.

- Tamaño de la población, **N = 65572** alumnos de E.S.O.
- Valor crítico correspondiente al coeficiente de confianza con el que se desea realizar la investigación; en este caso **Z = 1,96**, confianza del 95 %
- Proporción poblacional de ocurrencia de un evento, **P = 0.5** (50 %). Q = 1 - P = 0.5 (50 %)
- Error muestral (diferencia entre estadístico y paramétrico), **E = 0.05** (5 %)

Para calcular el tamaño de la muestra se utiliza la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{(N - 1) E^2 + Z^2 P Q}$$

Sustituyendo en ella estos valores, el tamaño de la muestra es, $n = 381.93$. Por lo que para elegir adecuadamente una muestra dentro de esos 65572 alumnos de E.S.O., con una confianza mínima del 95 %, debemos tomar más de 382 alumnos. Hecho que se cumple sobradamente para el total de alumnos tomados en cada uno de los estudios que se aprecian en la Tabla 7.2.

7.3.1 Datos Académicos (DA)

De los resultados académicos se decidieron como relevantes las notas de la primera, segunda evaluación junto con la nota de la evaluación final de las distintas asignaturas de 1º de la ESO. Esta información fue obtenida y anotada para cuatro cursos académicos (en la Tabla 7.3 mostramos esta información).

Datos Académicos (DA)	
Nombre	Descripción
XX1ev	Nota primera evaluación en la asignatura XX
nm1ev	Nota media primera evaluación
XX2ev	Nota segunda evaluación en la asignatura XX
nm2ev	Nota media segunda evaluación
XXef	Nota evaluación final en la asignatura XX
nmef	Nota media final

Tabla 7.3: Atributos para la fuente de información DA de resultados académicos. Generalización

Donde la información está referida a las siguientes asignaturas:

Asignaturas	Abreviatura
Lengua Castellana	XX=LEN
Matemáticas	XX=MAT
Ciencias Naturales	XX=CN
Ciencias Sociales	XX=CS
Inglés	XX=IN
Educación Física	XX=EF
Educación Plástica	XX=EP
Frances - 2º idioma	XX=F2
Música	XX=MU
Tecnología	XX=TE

El número de alumnos a los que se les ha recopilado dicha información es el siguiente:

1º ESO	
Nº alumnos	484

Además, para hacer un seguimiento de los alumnos con respecto a las notas de las asignaturas de Matemáticas y de Lengua Castellana, se anotaron las notas de estas asignaturas, y de la nota media, para los alumnos que entraron en 1º de ESO en el curso académico 1 durante tres cursos consecutivos, es decir, se anotaron las notas en el curso académico 1, 2 y 3 correspondientes a 1º, 2º y 3º de la ESO. Los atributos utilizados para almacenar dicha información se muestra en la Tabla 7.4.

Datos Académicos (DA)	
Nombre	Descripción
nlc1ev-1ESO	Nota 1ª evaluación de la asignatura Lengua Castellana en 1º de ESO
nlc2ev-1ESO	Nota 2ª evaluación de la asignatura Lengua Castellana en 1º de ESO
nmt1ev-1ESO	Nota 1ª evaluación de la asignatura Matemáticas en 1º de ESO
nmt2ev-1ESO	Nota 2ª evaluación de la asignatura Matemáticas en 1º de ESO
nm1ev-1ESO	Nota media 1ª evaluación en 1º de ESO
nm2ev-1ESO	Nota media 2ª evaluación en 1º de ESO
nlc-1ESO	Nota media de la asignatura Lengua Castellana en 1º de ESO
nmt-1ESO	Nota media de la asignatura de Matemáticas en 1º de ESO
nm-1ESO	Nota media del curso en 1º de ESO
nlc1ev-2ESO	Nota 1ª evaluación de la asignatura Lengua Castellana en 2º de ESO
nlc2ev-2ESO	Nota 2ª evaluación de la asignatura Lengua Castellana en 2º de ESO
nmt1ev-2ESO	Nota 1ª evaluación de la asignatura Matemáticas en 2º de ESO
nmt2ev-2ESO	Nota 2ª evaluación de la asignatura Matemáticas en 2º de ESO
nm1ev-2ESO	Nota media 1ª evaluación de en 2º de ESO
nm2ev-2ESO	Nota media 2ª evaluación de en 2º de ESO
nlc-2ESO	Nota media de la asignatura Lengua Castellana en 2º de ESO
nmt-2ESO	Nota media de la asignatura de Matemáticas en 2º de ESO
nm-2ESO	Nota media del curso en 2º de ESO
nlc1ev-3ESO	Nota 1ª evaluación de la asignatura Lengua Castellana en 3º de ESO
nlc2ev-3ESO	Nota 2ª evaluación de la asignatura Lengua Castellana en 3º de ESO
nmt1ev-3ESO	Nota 1ª evaluación de la asignatura Matemáticas en 3º de ESO
nmt2ev-3ESO	Nota 2ª evaluación de la asignatura Matemáticas en 3º de ESO
nm1ev-3ESO	Nota media 1ª evaluación de en 3º de ESO
nm2ev-3ESO	Nota media 2ª evaluación de en 3º de ESO
nlc-3ESO	Nota media de la asignatura Lengua Castellana en 3º de ESO
nmt-3ESO	Nota media de la asignatura de Matemáticas en 3º de ESO
nm-3ESO	Nota media del curso en 3º de ESO
nlc-123ESO	Nota media de la asignatura Lengua Castellana en 1º, 2º y 3º de ESO
nmt-123ESO	Nota media de la asignatura de Matemáticas en 1º, 2º y 3º de ESO
nm-123ESO	Nota media del curso en 1º, 2º y 3º de ESO

Tabla 7.4: Atributos para la fuente de información DA de resultados académicos

El número de alumnos a los que se les ha recopilado dicha información es el siguiente:

1º - 2º - 3º de ESO	
Nº alumnos	552

Por tanto, el número de atributos que nos muestra la Tabla 7.3 son de 60 y la Tabla 7.4 son de 30. Toda esta información se almacena en atributos de tipo numérico donde el dominio es el intervalo [0,10]. Para cada uno de los alumnos disponemos en la información recopilada de un identificador que será su número de matrícula en el centro correspondiente.

7.3.2 Datos Personales (DP)

Cada centro dispuso en un principio de un programa de gestión de centros denominado IES2000, (que posteriormente fue actualizado) que recopila información de los datos personales y acadé-

micos de los alumnos. Entre los distintos items de información disponibles, el departamento de orientación destaca los que, de una manera u otra, pueden influir en el rendimiento del alumno. Tanto items de información utilizados, como atributos utilizados, se muestran en la Tabla 7.5, donde los atributos son del tipo:

- Sexo, ln, pp, nep, pm, nem son del tipo nominal.
 - **Sexo** con valores en {V, M} para denotar hombre y mujer.
 - **ln** con valores en {E, Ext} para denotar España o Extranjero.
 - **pp** y **pm** con valores {0,1,2,3,4} correspondiente a la clasificación que se muestra en la Tabla 7.6.
 - **nep** y **nem** con valores de {0,1,2,3,4} correspondiente a la clasificación que se muestra en la Tabla 7.6.
- Edad, ep, em, nh son de tipo numérico.

Datos Personales (DP)	
Nombre	Descripción
Matricula	Identificador del alumno - N ^o de matrícula
Sexo	Sexo del alumno
Edad	Edad del alumno
ln	Lugar de nacimiento del alumno
pp	Profesión del padre
ep	Edad del padre
nep	Nivel estudios del padre
pm	Profesión de la madre
em	Edad de la madre
nem	Nivel estudios de la madre
nh	Número de hermanos

Tabla 7.5: Atributos para la fuente de información DP de datos personales

Nivel	Profesion padre	Profesion madre	Estudios del padre	Estudios de la madre
0	Sin actividad	Sin actividad (s/labores)	Primaria	Primaria
1	Obrero sin cualif/Peón	Obrero sin cualif/Peón	ESO, C.F.G.M.	ESO, C.F.G.M.
2	Obrero cualif/ Trab cta ajena	Obrero cualif/ Trab cta ajena	BTO, C.F.G.S.	BTO, C.F.G.S.
3	Técnico/Operario/Autónomo	Técnico/Operario/Autónomo	Diplomado/Perito	Diplomado/Perito
4	Directivo/Empresario/Profesor	Directivo/Empresario/Profesor	Licenc/Ingeniero	Licenc/Ingeniero

Extracto del INE (http://www.ine.es/inebmenu/mnu_clasifica.htm)

Tabla 7.6: Clasificación de profesiones y estudios

7.3.3 Datos de los Tests Psicométricos (DT)

7.3.3.1 Test de Autoconcepto Forma 5 – Test AF5

El test AF5, [García and Musitu, 1999], evalúa el autoconcepto entendiéndose como la percepción que el alumno tiene de sí mismo, basado en sus experiencias con los demás y en las atribuciones de su propia conducta. Involucra componentes/dimensiones emocionales, sociales, físicas, familiares y académicas. El test consta de 30 ítems (ver cuestionario en la Sección 7.6) relacionados con esas cinco dimensiones del autoconcepto que el alumno valora con una puntuación de 1 a 99.

La dimensión “Académico/Laboral” es la media de las respuestas de los ítems 1, 6, 11, 16, 21 y 26; la dimensión “Social” es la media de las respuestas de los ítems 2, 7, 12, 17, 22 y 27; la dimensión “Emocional” es la media de las respuestas de los ítems 3, 8, 13, 18, 23 y 28; la dimensión “Familiar” es la media de las respuestas de los ítems 4, 9, 14, 19, 24 y 29; y la dimensión “Física” es la media de las respuestas de los ítems 5, 10, 15, 20, 25 y 30.

Esta información relacionada con el autoconcepto será almacenada por el Departamento de Orientación y pasa a formar parte de la Ficha Personal del alumno. Los atributos utilizados los mostramos en la Tabla 7.7 y son del tipo:

- AL, SOC, EM, FAM, FIS son de tipo numérico definidos en el dominio [1, 100].

Datos Test AF5	
Nombre	Descripción
AL	Autoconcepto académico-laboral
SOC	Autoconcepto social
EM	Autoconcepto emocional
FAM	Autoconcepto familiar
FIS	Autoconcepto físico

Tabla 7.7: Atributos para la fuente de información DT de datos correspondientes al test AF5

7.3.3.2 Aptitudes Diferenciales y Generales - Aptitudes/Capacidades – Test BADyG

El test BADyG-renovado (Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales) está destinado al tercer ciclo de Primaria y Primer Curso de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y cuyo objetivo es establecer los perfiles cognitivos de los alumnos respecto a una serie de factores globales, como la inteligencia general, el razonamiento lógico, el factor verbal, el factor numérico y el factor espacial, [Yuste et al., 2002]. La batería BADyG-renovada está formada por 288 ítems agrupados en las siguientes 9 bloques:

1. Analogías verbales: Es un subtest de Razonamiento inductivo y Comprensión Verbal estando implicado el pensamiento abstracto. Mide la aptitud o inteligencia verbal (encontrar

- relaciones analógicas entre conceptos – una la dan completa y a la otra le falta un término – que hay que buscar entre las 5 posibles respuestas) y consta de 32 ítems ordenados según un índice de dificultad.
2. Series numéricas: Es una prueba específica de razonamiento serial numérico o aptitud para determinar las regularidades lógicas en una secuencia de números (completar cada serie numérica con el siguiente elemento: Los números están ordenados siguiendo una secuencia lógica que se debe descubrir). Consta de 32 ítems ordenados según un índice de dificultad con 5 alternativas de respuesta.
 3. Matrices de figuras: Es un subtest de Razonamiento lógico e inductivo, en el que se trata de relacionar lógicamente complejos conjuntos de datos codificados visualmente en forma de figuras geométricas (buscar el dibujo que debe ir donde está la ? teniendo en cuenta que están ordenados siguiendo una lógica). Consta de 32 ítems ordenados según un índice de dificultad con 5 alternativas de respuesta.
 4. Completar oraciones: Mide la comprensión de conceptos en el contexto de una proposición que se debe completar para que adquiera un significado adecuado (encontrar el concepto o palabra que complete o cierre mejor el sentido de una oración (elegir una entre 5 posibles)). Consta de 32 ítems ordenados según un índice de dificultad.
 5. Problemas numéricos: No mide sólo rapidez de cálculo sino también razonamiento numérico en problemas numérico-verbales. Igualmente, la correcta automatización de las operaciones básicas, junto al reconocimiento de los símbolos numéricos (comparar las cantidades resultantes de resolver problemas numéricos para determinar cual es la mayor: cuando las dos son iguales, la respuesta correcta será la tercera alternativa). Consta de 32 ítems ordenados según un índice de dificultad.
 6. Encajar figuras: Mide la habilidad para encajar figuras que se deben girar mentalmente, para adecuar la posición, tamaño, forma y distancia en una superficie (Orientación Espacial - buscar la figura que complete perfectamente la parte que se ha recortado de una superficie). Consta de 32 ítems ordenados según un índice de dificultad con 4 alternativas de respuesta.
 7. Memoria de relato oral: Comprueba la retención de los detalles de un relato escuchado previamente. Consta de 32 ítems con 3 alternativas de respuesta. Para esta prueba se procedió a la lectura de un relato de la novela Moby Dick de Herman Melville.
 8. Memoria visual ortográfica: Evalúa la discriminación visual ortográfica de palabras, que dependerá de la retentiva a largo plazo (buscar la palabra que está ortográficamente mal escrita (acentos y tildes bien)). Consta de 32 ítems ordenados según un índice de dificultad con 3 alternativas de respuesta.

9. Discriminar diferencias: Evalúa la discriminación visual de figuras a la hora de encontrar pequeñas diferencias entre ellas (buscar en cada grupo de 3 dibujos el que tiene alguna diferencia). Consta de 32 ítems ordenados según un índice de dificultad con 3 alternativas de respuesta.

Cada una de las pruebas tiene 32 aciertos como máximo posible. Todas las pruebas, excepto las de problemas Numéricos, tienen como fórmula de corrección el número de aciertos. En la prueba de problemas numéricos a los aciertos se le restan la mitad de los errores.

La combinación de estas pruebas permite obtener una serie de factores o aptitudes cognitivas o intelectuales, como son:

- Razonamiento Verbal obtenido como la suma de las puntuaciones de la Analogía Verbal y Completar Oraciones.
- Razonamiento Numérico obtenido como la suma de las puntuaciones de las Series Numéricas y los Problemas Numéricos.
- Razonamiento Lógico obtenido como la suma de las puntuaciones de la Analogía Verbal, Series Numéricas y Matrices de Figuras.
- Razonamiento Espacial obtenido como la suma de las puntuaciones de las Matrices de Figuras y Encajar Figuras.

BADyG permite obtener una puntuación de la Inteligencia General (que asociaremos al cociente intelectual – CI). La puntuación de la Inteligencia General se obtiene como la suma de las puntuaciones de Analogías Verbales, Series Numéricas, Matrices de Figuras, Completas Oraciones, Problemas Numéricos y Encajar Figuras.

También se obtiene una puntuación para la Rapidez obtenida como la suma del número de respuestas emitidas en las pruebas de Analogías Verbales, Series Numéricas, Matrices de Figuras, Completas Oraciones, Problemas Numéricos y Encajar Figuras. Y la Eficacia obtenida como la división entre el Cociente Intelectual y la Rapidez multiplicado por 100.

Todos estos resultados pasan a formar parte de la Ficha Personal del alumno del Departamento de Orientación del IES. Los atributos utilizados los mostramos en la Tabla 7.8, y son del tipo:

- CI, RL, RV, RN, RE, SV, SN, SE, MA, MV, DE, RA y EF son de tipo numérico, donde CI y RA está definido en $[1, 192]$, RV, RN y RE están definidos en $[1, 64]$, RL definido en $[1, 96]$, SV, SN, SE, MA, MV, DE en $[1, 32]$, y EF definido en $[0, 100]$.

Estos datos se obtienen a través de un programa que directamente aporta unos valores numéricos como los antes descritos, que luego serán transformados para su uso: O tipificados, o normalizados o en el intervalo $[0,100]$.

Datos Test BADyG renovado	
Nombre	Descripción
CI	Cociente Intelectual
RL	Razonamiento Lógico
RV	Razonamiento Verbal
RN	Razonamiento Numérico
RE	Razonamiento Espacial
SV	Completar oraciones
SN	Problemas Numéricos
SE	Encajar figuras: Orientación Espacial
MA	Memoria de Relato Oral
MV	Memoria Visual Ortográfica
DE	Atención: Discriminar diferencias
RA	Rapidez
EF	Eficacia

Tabla 7.8: Atributos para la fuente de información DT correspondientes al test BADyG renovado

7.3.3.3 Test Autoevaluación multifactorial de Adaptación – Test TAMAI

La prueba TAMAI, [Hernández and Jiménez, 1983], consta de 175 ítems a través de las cuales los alumnos se evalúan a sí mismos en lo que respecta a sus comportamientos y actitudes, respondiendo afirmativa o negativamente a los mismos. Analiza el continuo adaptación-inadaptación en las diferentes áreas o esferas donde se desarrolla la vida de dichos sujetos. Los factores son los siguientes:

- Inadaptación Personal: Engloba tanto el desajuste que las personas tienen consigo mismas (Autodesajuste) como con la realidad general o dificultad para aceptar la realidad tal como es (Desajuste Disociativo).
- Inadaptación Escolar: insatisfacción y comportamiento inadecuado respecto a la realidad escolar.
- Inadaptación Social: grado de incapacidad o de problemas que supone la relación social.
- Insatisfacción con el ambiente familiar: grado de insatisfacción en cuanto al clima del hogar y la relación de los padres entre sí.
- Insatisfacción con los hermanos: celos, peleas, contrariedades y conflictos con los hermanos.
- Educación Adecuada: grado en que el estilo educador del padre (Pa) o de la madre (M) se acerca a lo ideal.

La dimensión “Inadaptación Personal” se obtiene a partir de las respuestas de los ítems del 1 al 22 y del 61 al 77; la dimensión “Inadaptación Social” de los ítems 23 al 42 y del 78 al 88; “Inadaptación Escolar” de los ítems 43 al 60 y del 89 al 105; ‘Inadaptación Familiar’ de los ítems 106 al 110; “Insatisfacción con los Hermanos” de los ítems 111 al 115; “Estilo Educador

del Padre” de los ítems 116 al 145; y la dimensión “Estilo Educador de la Madre” a partir de las respuestas de los ítems 146 al 175.

Los atributos utilizados los mostramos en la Tabla 7.9, y son del tipo:

- P, E, S, Pa, M, F, H son de tipo numérico con dominios variables que serán transformados al [0,100] o como atributos nominales a partir de una escala establecida. Los dominios de los atributos Pa y M deben obtenerse a partir de determinadas tablas establecidas para la inadaptación que diferencian hombre y mujer con valores muy distintos.

Datos Test TAMAI	
Nombre	Descripción
P	Inadaptación Personal
E	Inadaptación Escolar
S	Inadaptación Social
Pa	Estilo Educador del Padre
M	Estilo Educador de la Madre
F	Inadaptación Familiar
H	Insatisfacción con los Hermanos

Tabla 7.9: Atributos para la fuente de información DT correspondientes al test TAMAI-Nivel II

7.3.4 Datos de Clasificación de los alumnos

Durante el desarrollo de los distintos proyectos, los departamentos didácticos más el departamento de Orientación hacen un seguimiento del alumno durante todo el curso académico controlando y persiguiendo la mejora de su rendimiento. Para ello, en base al rendimiento del alumno y durante el desarrollo de todo curso académico, se realizan distintas actividades enfocadas a la mejora del rendimiento académico comparando los resultados académicos y las capacidades medidas. Esta información es anotada en la ficha del alumno y se corresponde con las acciones realizadas por los departamentos implicados (Orientación, Lengua y Matemáticas) con cuatro posibles valores:

1. Realizar apoyo en Lengua o Matemáticas (RAL o RAM),
2. Realizar refuerzo en Lengua o Matemáticas (RRL o RRM),
3. No tomar decisión alguna (X),
4. Cuestionar el rendimiento según capacidades en Lengua o Matemáticas (CL? o CM?).

Estos ítems de información se anotan en los atributos que mostramos en la Tabla 7.10, y son del tipo:

- AcM y AcL son del tipo nominal con valores {RAL, RRL, X, CL?} y {RAM, RRM, X, CM?}, respectivamente.

Datos de Clasificación	
Nombre	Descripción
AcM	Acciones a aplicar por los departamentos en la asignatura de Matemáticas
AcL	Acciones a aplicar por los departamentos en la asignatura de Lengua Castellana

Tabla 7.10: Atributos para la clasificación de los alumnos

7.4 Los conjuntos de datos contruidos

Toda la información recopilada de los distintos alumnos nos sirve para construir distintos conjuntos de datos a los que se aplican las técnicas de MD. Los dos principales conjuntos de datos contruidos tienen las siguientes características:

Conjunto	Nº instancias (alumnos)	Nº atributos	Atributos
CA1	552	96	Descripción de la Tabla 7.11
CA123	484	66	Descripción de la Tabla 7.12

Nombre	Descripción	Tipo Atributo
Matricula	Nº de matrícula	Identificador
Sexo	Sexo del alumno	Nominal
Edad	Edad del alumno	Numérico
ln	Lugar de nacimiento del alumno	Nominal
pp	Profesión del padre	Nominal
ep	Edad del padre	Numérico
nep	Nivel estudios del padre	Nominal
pm	Profesión de la madre	Nominal
em	Edad de la madre	Numérico
nem	Nivel estudios de la madre	Nominal
nh	Número de hermanos	Numérico
XX1ev	Nota 1ª eval. asig. XX	Numérico
nm1ev	Nota media 1ª eval.	Numérico
XX2ev	Nota 2ª eval. asignatura XX	Numérico
nm2ev	Nota media 2ª eval.	Numérico
XXef	Nota eval. final asignatura XX	Numérico
nmef	Nota media final	Numérico
AL	Autoconcepto académico-laboral	Numérico
SOC	Autoconcepto social	Numérico
EM	Autoconcepto emocional	Numérico
FAM	Autoconcepto familiar	Numérico
FIS	Autoconcepto físico	Numérico
CI	Cociente Intelectual	Numérico
RL	Razonamiento Lógico	Numérico
RV	Razonamiento Verbal	Numérico
RN	Razonamiento Numérico	Numérico

RE	Razonamiento Espacial	Numérico
SV	Completar oraciones	Numérico
SN	Problemas Numéricos	Numérico
SE	Encajar figuras: Orientación Espacial	Numérico
MA	Memoria de Relato Oral	Numérico
MV	Memoria Visual Ortográfica	Numérico
DE	Atención: Discriminar diferencias	Numérico
RA	Rapidez	Numérico
EF	Eficacia	Numérico
P	Inadaptación Personal	Numérico
E	Inadaptación Escolar	Numérico
S	Inadaptación Social	Numérico
Pa	Estilo Educador del Padre	Numérico
M	Estilo Educador de la Madre	Numérico
F	Inadaptación Familiar	Numérico
H	Insatisfacción con los Hermanos	Numérico
AcM	Acciones para aplicar en la asig. Matemáticas	Nominal
AcL	Acciones para aplicar en la asig. Lengua Castellana	Nominal

Tabla 7.11: Atributos asociados a las instancias (alumnos) del conjunto CA1

Donde XX se refiere a las siguientes asignaturas:

Asignaturas	Abreviatura
Lengua Castellana	XX=LEN
Matemáticas	XX=MAT
Ciencias Naturales	XX=CN
Ciencias Sociales	XX=CS
Inglés	XX=IN
Educación Física	XX=EF
Educación Plástica	XX=EP
Frances - 2º idioma	XX=F2
Música	XX=MU
Tecnología	XX=TE

Nombre	Descripción	Tipo Atributo
Matricula	Nº de matrícula	Identificador
Sexo	Sexo del alumno	Nominal
Edad	Edad del alumno	Numérico
ln	Lugar de nacimiento del alumno	Nominal
pp	Profesión del padre	Nominal
ep	Edad del padre	Numérico
nep	Nivel estudios del padre	Nominal
pm	Profesión de la madre	Nominal
em	Edad de la madre	Numérico

nem	Nivel estudios de la madre	Nominal
nh	Número de hermanos	Numérico
n1c1ev-1ESO	Nota 1ª eval. asig. Lengua Castellana 1º ESO	Numérico
n1c2ev-1ESO	Nota 2ª eval. asig. Lengua Castellana 1º ESO	Numérico
n1m1ev-1ESO	Nota 1ª eval. asig. Matemáticas 1º ESO	Numérico
n1m2ev-1ESO	Nota 2ª eval. asig. Matemáticas 1º ESO	Numérico
n1m1ev-1ESO	Nota media 1ª evaluación de en 1º de ESO	Numérico
n1m2ev-1ESO	Nota media 2ª evaluación de en 1º de ESO	Numérico
n1mlc-1ESO	Nota media asig. Lengua Castellana 1º ESO	Numérico
n1mmt-1ESO	Nota media asig. Matemáticas 1º ESO	Numérico
n1m-1ESO	Nota media 1º ESO	Numérico
n2c1ev-2ESO	Nota 1ª eval. asig. Lengua Castellana 2º ESO	Numérico
n2c2ev-2ESO	Nota 2ª eval. asig. Lengua Castellana 2º ESO	Numérico
n2m1ev-2ESO	Nota 1ª eval. asig. Matemáticas 2º ESO	Numérico
n2m2ev-2ESO	Nota 2ª eval. asig. Matemáticas 2º ESO	Numérico
n2m1ev-2ESO	Nota media 1ª evaluación de en 2º de ESO	Numérico
n2m2ev-2ESO	Nota media 2ª evaluación de en 2º de ESO	Numérico
n2mlc-2ESO	Nota media asig. Lengua Castellana 2º ESO	Numérico
n2mmt-2ESO	Nota media asig. Matemáticas 2º ESO	Numérico
n2m-2ESO	Nota media 2º ESO	Numérico
n3c1ev-3ESO	Nota 1ª eval. asig. Lengua Castellana 3º ESO	Numérico
n3c2ev-3ESO	Nota 2ª eval. asig. Lengua Castellana 3º ESO	Numérico
n3m1ev-3ESO	Nota 1ª eval. asig. Matemáticas 3º ESO	Numérico
n3m2ev-3ESO	Nota 2ª eval. asig. Matemáticas 3º ESO	Numérico
n3m1ev-3ESO	Nota media 1ª evaluación de en 3º de ESO	Numérico
n3m2ev-3ESO	Nota media 2ª evaluación de en 3º de ESO	Numérico
n3mlc-3ESO	Nota media asig. Lengua Castellana 3º ESO	Numérico
n3mmt-3ESO	Nota media asig. Matemáticas 3º ESO	Numérico
n3m-3ESO	Nota media 3º ESO	Numérico
n1mlc-123ESO	Nota media asig. Lengua Castellana 1º, 2º, 3º ESO	Numérico
n1mmt-123ESO	Nota media asig. Matemáticas 1º, 2º, 3º ESO	Numérico
n1m-123ESO	Nota media 1º, 2º, 3º ESO	Numérico
AL	Autoconcepto académico-laboral	Numérico
SOC	Autoconcepto social	Numérico
EM	Autoconcepto emocional	Numérico
FAM	Autoconcepto familiar	Numérico
FIS	Autoconcepto físico	Numérico
CI	Cociente Intelectual	Numérico
RL	Razonamiento Lógico	Numérico
RV	Razonamiento Verbal	Numérico
RN	Razonamiento Numérico	Numérico
RE	Razonamiento Espacial	Numérico
SV	Completar oraciones	Numérico
SN	Problemas Numéricos	Numérico
SE	Encajar figuras: Orientación Espacial	Numérico
MA	Memoria de Relato Oral	Numérico
MV	Memoria Visual Ortográfica	Numérico

DE	Atención: Discriminar diferencias	Numérico
RA	Rapidez	Numérico
EF	Eficacia	Numérico
P	Inadaptación Personal	Numérico
E	Inadaptación Escolar	Numérico
S	Inadaptación Social	Numérico
Pa	Estilo Educador del Padre	Numérico
M	Estilo Educador de la Madre	Numérico
F	Inadaptación Familiar	Numérico
H	Insatisfacción con los Hermanos	Numérico
AcM	Acciones para aplicar en la asig. Matemáticas	Nominal
AcL	Acciones para aplicar en la asig. Lengua Castellana	Nominal

Tabla 7.12: Atributos asociados a las instancias (alumnos) del conjunto CA123

7.5 Normalización y discretización

Sobre toda la información obtenida, a continuación, se va a realizar una parte del preprocesamiento adecuado para llegar a construir el conjunto o los conjuntos de datos a los que se dará aplicación de las técnicas de MD. El objetivo de este preprocesamiento no será otro que preparar esos conjuntos de datos para obtener modelos o patrones que nos permitan construir un sistema de predicción basado en el enfoque EOS tratado en el capítulo 5.

7.5.1 Normalización

Para que los distintos atributos numéricos estén en una misma escala y no existan tendencias de los atributos con dominios más grandes se les suelen normalizar. Un proceso de normalización que respeta la proporcionalidad es la normalización gaussiana,

$$nor(x) = \frac{1}{1 + e^{-\frac{x-\mu}{\sigma}}}$$

donde $nor(x)$ es el valor normalizado de x , y μ y σ son la media y desviación típica del atributo que se normaliza.

A todos los atributos numéricos se les ha aplicado este proceso de normalización.

7.5.2 Discretización

Adicionalmente, a los atributos numéricos obtenidos de los test psicométricos se les suelen aplicar un proceso de discretización. Para realizar este proceso, las puntuaciones obtenidas en cada test y subtest se transforman a unos valores o escalas con significación universal, comparando los datos

obtenidos por un determinado sujeto con los obtenidos por una muestra representativa de la población. Utilizamos los percentiles como punto de referencia para las puntuaciones normalizadas. El sistema que utilizamos es el hepta (de siete intervalos) empleado para los factores generales (ver Tabla 7.13).

	Categorías							Centiles
	MB (Muy Bajo)	B (Bajo)	CB (Casi Bajo)	M (Medio)	CA (Casi Alto)	A (Alto)	MA (Muy Alto)	
TAMAI	1-5	6-20	21-40	41-60	61-80	81-95	96-100	
AF5	1-5	6-20	21-40	41-60	61-80	81-95	96-100	
	MB (Muy Bajo)	B (Bajo)	mB (Medio Bajo)	M (Medio)	mA (Medio Alto)	A (Alto)	MA (Muy Alto)	
BADyG	1-5	6-15	16-30	31-70	71-84	85-95	96-100	

Tabla 7.13: Valoración numérica y nominal en los tests

7.5.3 Selección de atributos

Tras descartar valores erróneos, valores nulos, valores que exceden el rango de definición, etc, se pasa a comenzar el proceso propiamente dicho de selección de atributos. Los métodos de selección de atributos intentan detectar cuales son los importantes de cara a la clasificación que hacemos sobre los atributos referidos a las acciones a tener en cuenta sobre los alumnos. Para ello, utilizaremos las técnicas que nos proporciona la librería WEKA (software de código abierto bajo licencia pública GNU disponible en <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>), [Hall et al., 2009].

La librería posee un filtro de atributos supervisado que será utilizado para seleccionar atributos. Este filtro se denomina “weka.filters.supervised.attribute.AttributeSelection” y necesita de dos métodos auxiliares como evaluador y buscador.

En los siguientes capítulos, antes de aplicar las diferentes técnicas de MD y analizar los distintos modelos construidos, se hará un proceso de selección de atributos que mejorará sensiblemente los posibles modelos a obtener.

7.6 Cuestionarios de los TEST psicométricos

La aplicación de los cuestionarios de los distintos test psicométricos requieren de la siguiente temporalización:

- Para el test AF5: 55 min
- Para el test TAMAI: 3 sesiones de 55 min

- Para el test BADyG E3:

Analogías verbales	8 min
Series numéricas	10 min
Matrices de figuras	10 min
Completar oraciones	9 min
Problemas numéricos	11 min
Encajar figuras	7 min
Memoria de relato oral	8 min
Memoria visual ortográfica	6 min
Discriminar diferencias	7 min

Los distintos cuestionarios aplicados son los siguientes.

Cuestionario:

TEST DE AUTOESTIMA Y AUTOCONCEPTO AF5

Instrucciones: A continuación encontrará una serie de frases. Lea cada una de ellas y cuidadosamente conteste con un valor entre 1 y 99 según su grado de acuerdo con cada frase. Escoja el grado que más se ajuste a su criterio

Conteste con la máxima sinceridad

1	HAGO BIEN MI TRABAJO		
2	HAGO CON FACILIDAD AMIGOS		
3	TENGO MIEDO DE ALGUNAS COSAS		
4	SOY MUY CRITICADO EN CASA	100 -	
5	ME CUIDO FISICAMENTE		
6	MIS SUPERIORES ME CONSIDERAN UN BUEN TRABAJADOR		
7	SOY UNA PERSONA AMIGABLE		
8	MUCHAS COSAS ME PONEN NERVIOSO		
9	ME SIENTO FELIZ EN CASA		
10	ME BUSCAN PARA RELAJAR ACTIVIDADES DEPORTIVAS		
11	TRABAJO MUCHO EN LA OFICINA		
12	ES DIFICIL PARA MI HACER AMIGOS	100 -	
13	ME ASUSTO CON FACILIDAD		
14	MI FAMILIA ESTA DECEPCIONADA DE MI	100 -	
15	ME CONSIDERO ELEGANTE		
16	MIS SUPERIORES ME ESTIMAN		
17	SOY UNA PERSONA ALEGRE		
18	CUANDO MIS JEFES ME DICEN ALGO ME PONGO NERVIOSO(A)		
19	MI FAMILIA ME AYUDARIA EN CUALQUIER TIPO DE PROBLEMA		
20	ME GUSTA COMO SOY FISICAMENTE		
21	SOY UN BUEN TRABAJADOR		
22	ME CUESTA ENTABLAR DIALOGO CON DESCONOCIDOS	100 -	
23	ME PONGO NERVIOSO CUANDO MI SUPERIOR ME ORDENA ALGO		
24	MIS PADRES ME DAN CONFIANZA		
25	SOY BUENO HACIENDO DEPORTE		
26	MIS JEFES ME CONSIDERAN INTELIGENTE Y CREATIVO		
27	TENGO MUCHOS AMIGOS EN EL TRABAJO		
28	ME SIENTO NERVIOSO EN EL TRABAJO		
29	ME SIENTO QUERIDO POR MIS PADRES, POR MIS LOGROS		
30	ME CONSIDERO UNA PERSONA ATRACTIVA FISICAMENTE		

REVISE SI HA CONTESTADO TODAS LAS PREGUNTAS " MUCHAS GRACIAS"

TAMAI

Test Autoevaluativo Multifactorial de Adaptación Infantil

Instrucciones

¿Cómo hay que contestar?

Se escribe, en el lugar de la hoja de respuestas correspondiente al TAMAI y en el ítem que corresponda, un “1” cuando la respuesta sea **SÍ** y un “0” cuando la respuesta sea **NO**.

Hay que contestar a todas las preguntas, no se puede dejar ninguna en blanco. Cuando consideremos que una pregunta puede ser contestada de forma intermedia entre el SÍ y el NO, hay que decidirse por la respuesta que más peso tenga.

		<i>SI=1</i>	<i>NO=0</i>
1	Me gustaría tener menos edad		
2	Me gustaría nacer de nuevo y ser distinto de cómo soy		
3	Todo me sale mal		
4	Pienso mucho en la muerte		
5	Los demás son más fuertes que yo		
6	Me aburro jugando		
7	Soy muy miedoso		
8	Casi siempre sueño cosas tristes		
9	Si hubiera una catástrofe, seguro que me moriría		
10	Me da miedo la gente		
11	Me asusto y lloro muchas veces		
12	Creo que soy malo		
13	Creo que soy bastante tonto		
14	Soy muy vergonzoso		
15	Muchas veces siento pena y lloro		

16	A veces siento que soy un desastre		
17	La vida muchas veces es triste		
18	Hay veces que me cuesta concentrarme en lo que hago		
19	Algunas veces tengo ganas de morirme		
20	Suelo sentir molestias y dolores en todo el cuerpo		
21	Me tengo rabia a mí mismo alguna vez		
22	A veces siento que soy inútil		
		SI=1	NO=0
23	Me fastidia estudiar		
24	Saco malas notas		
25	Paso mucho tiempo distraído		
26	Estudio y trabajo poco		
27	Creo que soy bastante vago		
28	Me canso rápidamente cuando trabajo o estudio		
29	Me porto muy mal en clase		
30	Suelo estar hablando y molestando		
31	Soy revoltoso y desobediente		
32	Me da igual saber que no saber		
33	Me aburre estudiar		
34	Me gustaría que todo el año fueran vacaciones		
35	Me resulta aburrido todo lo que estudio		
36	Me gustaría tener otros profesores		
37	Estoy a disgusto con el profesor o profesores que tengo		
38	Me gustaría que los profesores fueran de otra manera		
39	Me fastidia ir al colegio		
40	Deseo que se acaben las clases para marcharme		
41	Me aburro en la clase		
42	Prefiero cambiar de colegio		
		SI=1	NO=0
43	Tengo muy pocos amigos		
44	Jugando solo estoy más a gusto		
45	Suelo estar callado cuando estoy con los demás		
46	Me cuesta hacer amigos de los otros		
47	Prefiero estar con pocas personas		
48	Los compañeros se están metiendo siempre conmigo		
49	Los demás son malos y envidiosos		
50	Me gustaría ser muy poderoso para mandar		
51	Siempre estoy discutiendo		
52	Me enfado muchas veces y peleo		
53	Tengo muy mal genio		
54	Me suelen decir que soy inquieto		
55	Me suelen decir que soy revoltoso		
56	Me suelen decir que soy sucio y descuidado		
57	Me suelen decir que soy desordenado		
58	Rompo y ensucio en seguida las cosas		
59	Me aburro y me canso en seguida de lo que estoy haciendo		
60	Me enfado, discuto y peleo con facilidad		
		SI=1	NO=0
61	Creo que soy bueno, guapo, listo, trabajador y alegre		
62	Casi siempre estoy alegre		
63	Los demás piensan que soy valiente		
64	Casi siempre estoy tranquilo, sin temblar ni enrojecer		

65	Normalmente estoy bien, sin mareos ni ahogos		
66	Creo que soy una persona tranquila y sin preocupaciones		
67	La culpa de lo malo que me pasa la suele tener los demás		
68	Me gustaría ser de la misma forma que soy ahora		
69	Cuando me levanto me encuentro bien, sin dolores		
70	Normalmente estoy bien, sin marearme ni ganas de devolver		
71	Casi siempre tengo bien el estómago		
72	Casi siempre tengo bien la cabeza		
73	Como con mucho apetito y duermo muy bien		
74	Tengo muy buena salud		
75	Hablo con las personas mayores, sin vergüenza y tranquilo		
76	Todo el mundo me quiere		
77	Soy una persona muy feliz		
		SI=1	NO=0
78	Estudio y trabajo bastante		
79	Saco buenas notas		
80	Normalmente estoy atento y aplicado		
81	Acostumbro a estar en silencio en clase		
82	Mis profesores están contentos con mi comportamiento		
83	Me agrada hacer los trabajos de matemáticas		
84	Me gusta estudiar las ciencias naturales y sociales		
85	Me gustan los ejercicios de conocimientos de lenguaje		
86	Mis profesores son buenos y amables		
87	Mis profesores enseñan bien		
88	En clase estoy más a gusto que en una fiesta		
		SI=1	NO=0
89	Me gusta estar con mucha gente		
90	Soy muy chistoso y hablador		
91	Me aburro cuando estoy solo		
92	Prefiero salir con los amigos que ver la televisión		
93	Enseguida me hago amigo de los demás		
94	Me comporto igual cuando estoy solo que con gente		
95	Casi todas las personas que conozco son buenas		
96	Normalmente prefiero callar que ponerme a discutir		
97	Me quedo muy tranquilo si se burlan de mí o critican		
98	Cuando pierdo en el juego me alegro de los que ganan		
99	Prefiero ser uno más de la cuadrilla que ser el jefe		
100	Soy muy cuidadoso con las cosas		
101	Me dicen que soy muy obediente		
102	Casi siempre hago las cosas sin rechistar		
103	Trato con mucho cariño a los animales		
104	Me suelen decir que me porto bien y soy bueno		
105	Siempre, siempre, digo la verdad		
<i>Se contesta a las frases marcadas (*) sólo si ha conocido a los dos padres</i>		SI=1	NO=0
106	Mi casa la encuentro triste, estoy a disgusto en ella		
*107	Mis padres discuten muchas veces		
*108	Mis padres muchas veces se enfadan		
*109	Mis padres se quieren poco		
110	En mi casa hay bastantes líos		
<i>Se contesta sólo si tienen hermanos</i>		SI=1	NO=0
111	Peleo y me llevo mal con mis hermanos		

112	Algunos hermanos se meten mucho conmigo		
113	Me gustaría no tener hermanos y ser yo solo		
114	Algunos hermanos me tienen envidia		
115	Alguna vez deseo que desaparezca algún hermano		
Con respecto a mi padre...		SI=1	NO=0
116	Me trata muy bien, como a una persona mayor		
117	Me quiere mucho		
118	Me anima a hacer las cosas		
119	Me castiga o riñe pocas veces, cuando es necesario		
120	Me deja actuar a mí solo; tiene confianza en mí		
121	Está muy pendiente de mí, preocupado por lo que hago		
122	Suele estar con miedo de que me pase algo		
123	Me ayuda demasiado en lo que tengo que hacer		
124	Se preocupa de lo que he hecho y con quién he estado		
125	Me defiende contra todos los que me hacen algo		
126	Me deja hacer todo lo que yo quiero		
127	Le hace gracia lo que digo o hago		
128	Muy pocas veces me castiga o riñe		
129	Casi todo lo que pido me lo concede		
130	Llorando o enfadándome consigo siempre lo que deseo		
131	Siempre me está llamando la atención		
132	Quiere que sea como una persona mayor		
133	Me exige y me controla todo lo que hago		
134	Todo lo que hago parece que está mal		
135	Se enfada por cualquier cosa que hago		
136	Me hace poco caso cuando yo hablo		
137	Habla poco conmigo		
138	Quiere a otros hermanos más que a mí		
139	Se preocupa poco por mí		
140	Muchas veces siento que me tienen abandonado		
141	Me suele pegar muchas veces		
142	Siempre me está chillando		
143	Me quiere poco		
144	Es serio conmigo		
145	Me tiene manía		
Con respecto a mi madre...		SI=1	NO=0
146	Me trata muy bien, como a una persona mayor		
147	Me quiere mucho		
148	Me anima a hacer las cosas		
149	Me castiga o riñe pocas veces, cuando es necesario		
150	Me deja actuar a mí solo; tiene confianza en mí		
151	Está muy pendiente de mí, preocupado por lo que hago		
152	Suele estar con miedo de que me pase algo		
153	Me ayuda demasiado en lo que tengo que hacer		
154	Se preocupa de lo que he hecho y con quién he estado		
155	Me defiende contra todos los que me hacen algo		

156	Me deja hacer todo lo que yo quiero		
157	Le hace gracia lo que digo o hago		
158	Muy pocas veces me castiga o riñe		
159	Casi todo lo que pido me lo concede		
160	Llorando o enfadándome consigo siempre lo que deseo		
161	Siempre me está llamando la atención		
162	Quiere que sea como una persona mayor		
163	Me exige y me controla todo lo que hago		
164	Todo lo que hago parece que está mal		
165	Se enfada por cualquier cosa que hago		
166	Me hace poco caso cuando yo hablo		
167	Habla poco conmigo		
168	Quiere a otros hermanos más que a mí		
169	Se preocupa poco por mí		
170	Muchas veces siento que me tienen abandonado		
171	Me suele pegar muchas veces		
172	Siempre me está chillando		
173	Me quiere poco		
174	Es serio conmigo		
175	Me tiene manía		


NIVEL II

Respecto al segundo nivel (alumnos de 6.º de Primaria, 1.º y 2.º de ESO) el total de factores globalizantes y simples es de 44 y su estructuración es como sigue:

G	Inadaptación general (es la suma de inadaptación personal, escolar y social)
P	Inadaptación personal
	P₁ Insatisfacción personal (descontento consigo mismo y con la realidad)
	P₂ Desajuste afectivo
	P₂₁ Cogniafección (encogimiento y miedo)
	P₂₂ Cognipunición
	P₂₂₁ Somatización (enfermedades y molestias corporales)
	P₂₂₂ Depresión-intrapunición (autodesprecio, castigo, tristeza y preocupaciones)
	P₃ Autosuficiencia defensiva (no se relaciona con adaptación ni con inadaptación personal y se refiere a una excesiva autovaloración y a una defensa extrapunitiva, aspectos propiamente paranoides)
E	Inadaptación escolar
	E₁ Aversión a la instrucción
	E₁₁ Hipolaboriosidad (baja aplicación hacia el aprendizaje)
	E₁₂ Hipomotivación (bajo interés por el aprendizaje)
	E₁₃ Aversión al profesor (descontento con el profesor)
	E₂ Indisciplina (comportamiento disruptivo en la clase)
S	Inadaptación social
	S₁ Autodesajuste social
	S₁₁ Agresividad social (enfrentamiento con las personas)
	S₁₂ Dismomía (conflicto con la norma)
	S₂ Restricción social: introversión hostilgénica (restricción social cuantitativa-relaciones escasas- y cualitativa -desconfianza-)
F	Insatisfacción con el ambiente familiar (clima familiar negativo y desarmonía matrimonial)
H	Insatisfacción con los hermanos (molestias, conflictos y celos fraternales)
Pa	Educación adecuada del padre
	Educación no restrictiva
	Pa₁ Educación asistencial-personalizada (afecto, cuidado, respeto y control)
	Pa₂ Permisivismo (excesiva concesión a las demandas y fomento de caprichos)
	Pa₃ Restricción
	Pa₃₁ Perfeccionismo hipernómico (exceso de normativa y distanciamiento afectivo)
	Pa₃₂ Estilo aversivo
	Pa₃₂₁ Rechazo afectivo (no afecto y desprecio)
	Pa₃₂₂ Perfeccionismo hostil (recriminación, censuras...)
	Pa₃₂₃ Marginación afectiva (carencia afectiva y dar menos cariño que a otros)
M	Educación adecuada de la madre
	Educación no restrictiva
	M₁ Educación asistencial-personalizada (afecto, cuidado, respeto y control)
	M₂ Permisivismo (fácil concesión y fomento de caprichos)
	M₃ Restricción
	M₃₁ Asistencia restrictiva
	M₃₁₁ Marginación afectiva (carencia y desigualdad de afecto)
	M₃₁₂ Rechazo afectivo (no afecto y desprecio)
	M₃₂ Personalización restrictiva
	M₃₂₁ Perfeccionismo hostil (refuerzos negativos: recriminar, censurar...)
	M₃₂₂ Perfeccionismo hipernómico (exceso de normativa y distanciamiento afectivo)
Dis	Discrepancia educativa (diferencia entre el estilo educativo del padre y de la madre, sumando las diferencias en Educación asistencial-personalizada, en Permisivismo y en Restricción, respecto a las puntuaciones de ambos padres)
PI	«Pro-imagen» (criterio de fiabilidad, basado en la distorsión de los resultados como consecuencia de la extrema valoración personal-social)
Ctr.	«Contradicciones» (criterio de fiabilidad, basado en las respuestas contradictorias en la prueba)

ANALOGÍAS VERBALES

Rv (M)

- Se trata de **encontrar relaciones analógicas entre conceptos**. Una nos la dan completa y a la otra le falta un término que hay que buscar entre las cinco posibles respuestas numeradas con letras.
- Deben responder en el **BLOQUE 1** de su hoja de respuestas...
- Fijense en el **EJEMPLO Y...** La respuesta correcta es la 'K', *timón*, porque *el barco se dirige con el timón y el automóvil se dirige con el volante...* Rodeen con un círculo la letra 'K', en su hoja de respuestas, junto al **EJEMPLO Y...** Vean en la página 3, abajo, cómo pueden corregir una equivocación... Está tachada la letra 'O', por haberse marcado equivocadamente...
- **EJEMPLO Z...** La respuesta correcta es la 'S' *suelo* porque, *así como el suelo se encuentra abajo, el techo se encuentra arriba...* Rodeen con un círculo la letra 'S' en su hoja de respuestas, junto al **EJEMPLO Z...**
- Cuando se indique, deben comenzar en la página siguiente por el ejercicio 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 ejercicios... Aprovechen con intensidad el tiempo, pero si no terminan no se preocupen, que es bastante corriente... No se entretengan demasiado en una sola pregunta... La que no sepan la pueden saltar... ¿Alguna duda antes de empezar?... (Es el momento de aclarar las posibles dudas que puedan surgir).
- Para hacer esta prueba disponen de... (Se indica el tiempo disponible para hacer la prueba).

RENOVADO

BATERÍA DE APTITUDES DIFERENCIALES Y GENERALES

BALDYG

CARLOS YUSTE - ROSARIO MARTÍNEZ

M

PE

PA

Esta consigna le va a servir también otros ejercicios.
No haga ningún otro marca en el
cuadro sólo en el hoja de respuestas.

EJEMPLOS:

- 17 **automóvil** es a **volante** como **barco** es a **?**
 timón . K viento . L vela . M capitán . O
- 18 **techo** es a **arriba** como **?** es a **abajo**
 mesa . P paredes . Q enano . R suelo . S cimientos . T

HOJA DE RESPUESTAS

BLOQUE 1

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18

ANÁLOGOS

NO PASE ESTA PÁGINA
HASTA QUE SE LE INDIQUE



- 1 **comida** es a **hambre** como **bebida** es a **?**
 sequedad . A sed . B agua . C líquido . D botella . E
- 2 **lluvia** es a **gota** como **nieve** es a **?**
 nevada . F granizo . G copo . H agua . I frío . J
- 3 **lejos** es a **allá** como **cerca** es a **?**
 acá . K cercano . L próximo . M ant . N por aquí . O
- 4 **decapitado** es a **cabeza** como **?** es a **mano**
 inválido . P brazo . Q pie . R manco . S codo . T
- 5 **barco** es a **pasajero** como **hotel** es a **?**
 viajante . V paseante . X veraneante . Y huésped . Z
- 6 **prado** es a **césped** como **calle** es a **?**
 carretera . A cochera . B asfalto . C peatones . D aceras . E
- 7 **luz** es a **ceguera** como **?** es a **sordera**
 deficiencia . F sonido . G estruendo . H orejas . I aislamiento . J
- 8 **ciclista** es a **?** como **levantador de pesas** es a **brazos**
 cadenas . K pedales . L bicicleta . M pies . N piernas . O
- 9 **transparente** es a **claro** como **?** es a **oscuro**
 apelmazado . P negruzco . Q traslúcido . R opaco . S sólido . T
- 10 **tartamudear** es a **hablar** como **tropezar** es a **?**
 caminar . V pie . W engancharse . X obstaculizar . Y empujar . Z
- 11 **ingerir** es a **estómago** como **inspirar** es a **?**
 oxígeno . A pulmones . B respiración . C espirar . D tráquea . E
- 12 **cerrar** es a **?** como **abrir** es a **facilitar**
 destapar . F quitar . G clausurar . H impedir . I dificultar . J
- 13 **profeta** es a **futuro** como **?** es a **pasado**
 historiador . K anciano . L antigüedad . M previo . N Edad Media . O
- 14 **planta** es a **raíces** como **edificio** es a **?**
 muros . P vigas . Q cimientos . R sótano . S paredes . T
- 15 **constelación** es a **estrella** como **archipiélago** es a **?**
 bahía . V isla . W mar . X península . Y continente . Z
- 16 **escudo** es a **?** como **lanza** es a **ataque**
 muralla . A tapar . B retaguardia . C defensa . D espera . E



- 17 **ciudad** es a **barrio** como **bosque** es a → ? árbol .H erboleda .J
selva .F álamo .G
- 18 **caparazón** es a **tortuga** como → ? tronco de árbol
corteza .K copa .L ramas .M dureza .N madera .O
- 19 **aconsejar** es a **obligar** como **proponer** es a → ? pronosticar .T
practicar .P indisponeer .Q quitar .R imponer .S
- 20 **botánico** es a → ? **zoólogo** es a **fauna**
biología .V cultivo .W flora .X árbol .Y bosques .Z
- 21 **corroer** es a → ? **restaurar** es a **conservar**
pasar el tiempo .A deteriorar .B reparar .C roer .D oxidar .E
- 22 **libro** es a → ? **árbol** es a **corteza**
letras .F tapas .G lectura .H hojas .I plastificado .J
- 23 **cuadrado** es a → ? **cubo** es a **volumen**
superficie .K lados .L ángulos .M longitud .N líneas rectas .O
- 24 **rey** es a **súbdito** como **alcalde** es a → ? secretario .T
alcaldía .P ciudad .Q ciudadano .R trabajador .S
- 25 **rodilla** es a **pie** como **codo** es a → ? brazo .Z
cuerpo .V muñeca .W hombro .X mano .Y
- 26 **valla** es a **cerramiento** como **dique** es a → ? contención .E
abastecimiento .A torrente .B inundación .C leguna .D
- 27 **calor** es a **evaporación** como **frío** es a → ? invierno .J
nevada .F solidificación .G condensación .H hielo .I
- 28 **disputar** es a **debatir** como **nitido** es a → ? blanco .O
oscuro .K viable .L visible .M claro .N
- 29 **actor** es a **teatro** como **editor** es a → ? novela .T
enciclopedia .P lectura .Q imprenta .R librería .S
- 30 **trágico** es a → ? **perder** es a **ganar**
triste .V dramático .W muerte .X desgracia .Y cómico .Z
- 31 **estéril** es a → ? **fértil** es a **supervivencia**
extinción .A fecundo .B división .C promoción .D aridez .E
- 32 **actividad** es a **movimiento** como → ? quietud
dinamismo .F vacación .G letargo .H fofo .I ajeteo .J



FIN DE LA PRUEBA

SI TERMINA, REPOSE O ESPERE

SERIES NUMÉRICAS

Rn (M)

- Se trata de **completar cada serie numérica con el siguiente elemento**. Los números están ordenados siguiendo una secuencia lógica que se debe descubrir.
- Deben responder en el **BLOQUE 2** de su hoja de respuestas...
- EJEMPLO Y... 21 17 13 9...** Esta serie va *disminuyendo cada vez 4 unidades*... El número que la continúa es el '5'... Como en ninguna de las respuestas indicadas pone '5', deben elegir la última como la respuesta buena, la que pone *Otra distinta*... Cuando no vean ninguna respuesta adecuada, deben elegir la última... Rodeen con un círculo la letra 'T', junto al EJEMPLO Y, en su hoja de respuestas...
- EJEMPLO Z... 6 12 10 16 14 20...** Esta serie va *aumentando 6 unidades y luego disminuyendo 2*... El número que debe ponerse a continuación es el '18'... Rodeen con un círculo la letra 'W' en su hoja de respuestas, junto al EJEMPLO Z...
- Cuando se indique, deben empezar en la página siguiente por el ejercicio 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 ejercicios... Aprovechen con intensidad el tiempo, pero si no terminan no se preocupen, que es bastante corriente... No se entretengan mucho en una sola pregunta... Las que no sepan las pueden saltar... ¿Alguna duda antes de empezar?... (Es el momento de aclarar las posibles dudas que pueden haber surgido).
- Para hacer esta prueba disponen de... (Se indica el tiempo disponible en la prueba).

Si tiene que escribir algo, escriba lo más claro posible. No se permite el uso de lápiz.

EJEMPLOS:

7	21	17	13	9	→ ?	8, P	6, Q	4, R	7, S	Otra distinta, T
8	6	12	10	16	14	18, V	20, W	24, X	14, Y	Otra distinta, Z

HOJA DE RESPUESTAS

BLOQUE 2

OPCIONES

1 A B C D

2 V W X Y Z

SERIES

**NO PASE ESTA PÁGINA
HASTA QUE SE LE INDIQUE**



1	13	15	17	19	→ ?	18, F	22, G	21, H	20, I	Otra distinta, J	
2	23	23	19	15	→ ?	14, K	12, L	11, M	15, N	Otra distinta, O	
3	20	25	30	35	→ ?	36, P	40, Q	45, R	38, S	Otra distinta, T	
4	16	13	10	7	4	→ ?	1, V	0, W	3, X	2, Y	Otra distinta, Z
5	4	4 1/2	9	9 1/2	19	→ ?	38, A	20 1/2, B	20, C	19 1/2, D	Otra distinta, E
6	1, 2	2, 3	3, 4	4, 5	→ ?	4, 6, F	5, 6, G	5, 5, H	6, 5, I	Otra distinta, J	
7	4	8	8	16	16	32	32	→ ?	64, M	Otra distinta, O	
8	6, 6	7	7, 4	7, 8	8, 2	→ ?	8, 6, P	8, 5, Q	8, 8, R	9, S	Otra distinta, T
9	64	32	16	8	→ ?	0, V	6, W	2, X	4, Y	Otra distinta, Z	
10	8	6 1/2	6	4 1/2	→ ?	4, A	1 1/2, B	3, C	2 1/2, D	Otra distinta, E	
11	2, 2	1, 8	1, 4	1	→ ?	0, F	0, 6, G	0, 5, H	0, 8, I	Otra distinta, J	
12	6	12	14	28	30	60	→ ?	62, L	90, M	Otra distinta, O	
13	24	20	40	36	72	→ ?	68, P	66, Q	84, R	144, S	Otra distinta, T
14	1, 1	1, 3	1, 7	1, 9	2, 3	→ ?	2, 6, V	2, 4, W	2, 5, X	2, 7, Y	Otra distinta, Z
15	2	4	5	10	11	22	23	→ ?	34, C	Otra distinta, E	
16	60	40	42	22	24	→ ?	4, P	12, Q	26, H	20, I	Otra distinta, J

17	6,4	7,2	8	8,8	→ ?	9,6.L	9,4.N	Otra distinta.O		
		9,8.K								
18	6	12	10	20	18 → ?	38.R	34.B	Otra distinta.T		
		24.P		40.Q						
19	24	23%	23%	23	→ ?	21.W	22%.Y	Otra distinta.Z		
		21%.V								
20	60	51	43	36	30 → ?	23.C	25.D	Otra distinta.E		
		24.A		26.B						
21	16	8	12	6	10	5	9	→ ?		
		9%.F			9.G		4%.H			
22	6	4,8	3,6	2,4	→ ?	1,4.L	2.M	1.N		
		1,2.K								
23	6	6	8	8	11	11	15	15 → ?		
		15.P		18.Q		20.R		21.S		
24	1	10	5	50	25 → ?	250.W	125.X	Otra distinta.Z		
		2500.V								
25	2,1	4,2	8,4	→ ?	14,6.A	17.B	16,8.C	Otra distinta.E		
26	4	12	6	18	9	27	→ ?	Otra distinta.J		
		81.F		94.G		6%.H		13%.I		
27	7/2	15	10	20	15	→ ?	40.M	Otra distinta.O		
		20.K		25.L						
28	2,5	5	6,5	13	14,5	→ ?	18.R	Otra distinta.T		
		28.P		30,5.Q						
29	3	3	6	5	5	15	7	7 → ?		
		28.V		7.W		8.X		14.Y		
30	2/4	3	3%	4%	→ ?	5%.B	5%.C	Otra distinta.E		
		5%.A								
31	28	20	14	10	→ ?	7.G	9.H	Otra distinta.J		
		8.F								
32	3	3	9	8	4	4	16	15	5	5 → ?
		10.K		24.L		26.M		5.N		Otra distinta.O

FIN DE LA PRUEBA

SI TERMINA, RESPONDE O ESPERE



MATRICES DE FIGURAS

Re (M)

● Se trata de buscar en cada ejercicio el dibujo que debe ir donde está la interrogación, teniendo en cuenta que están ordenados siguiendo una lógica.

● Deben responder en el BLOQUE 3 de su hoja de respuestas...

● EJEMPLO Y... En ese rectángulo falta una figura donde la interrogación... Las figuras están ordenadas siguiendo una lógica, por lo que podemos deducir qué figura falta... Será una figura blanca y de forma circular, porque arriba todas son blancas y se repite arriba y abajo la misma forma... La respuesta correcta es la 'Z'... Rodeen con un círculo la letra 'Z' en su hoja de respuestas, junto al EJEMPLO Y...

● EJEMPLO Z... Comprueben que la circunferencia pequeña va saliendo de lo grande, en la fila de abajo en dirección contraria que en la de arriba... Miren abajo a la izquierda: la circunferencia pequeña está tocando a la grande por fuera... Después entra la mitad... Luego entra entera tocando por dentro en un solo punto y finalmente queda en el centro de la grande... Arriba va ocurriendo lo mismo pero en sentido contrario... La respuesta correcta es la 'A'... Rodeen con un círculo la letra 'A', junto al EJEMPLO Z, en su hoja de respuestas...

● Cuando se indique, deben empezar en la página siguiente por el ejercicio 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 ejercicios... Aprovechen con intensidad el tiempo, pero si no terminan no se preocupen, que es bastante corriente... No se entretengan mucho en una sola pregunta... Las que no sepan las pueden saltar... ¿Alguna duda antes de empezar?... (Es el momento de aclarar las posibles dudas que puedan haber surgido).

● Para hacer esta prueba disponen de... (Se indica el tiempo disponible para hacer la prueba).

EJEMPLOS:

1

Hexagon	Square	Triangle	?
Shaded Hexagon	Shaded Square	Shaded Triangle	Shaded Circle

V W X Y Z

□ ▲ ▬ ○

2

Circle with center	?	Circle	Circle
Circle with center	Circle	Circle	Circle with center

A B C D E

○ ○ ○ ○ ○

NO PASE ESTA PÁGINA
HASTA QUE SE LE INDIQUE



1

Hexagon	Square	Triangle	?
Shaded Hexagon	Shaded Square	Shaded Triangle	Shaded Circle

K L M N O

○ ○ □ □ ○

2

Hexagon	Triangle	Hexagon	Triangle
Shaded Hexagon	?	Shaded Triangle	Shaded Hexagon

P Q R S T

□ ○ ▬ ▬ ▲

3

Triangle	?	Triangle	Circle
Shaded Triangle	Shaded Square	Shaded Circle	Shaded Triangle

V W X Y Z

○ □ ▬ ▲

4

Circle with center	Triangle	Rectangle	Rectangle with X
Shaded Triangle	?	Shaded Square	Shaded Rectangle with X

A B C D E

▲ ○ ▬ ⊕ □

5

Shaded Circle	Circle	?	Circle with center
Shaded Circle	Shaded Circle	Shaded Circle	Shaded Circle with center

F G H I J

○ ○ ○ ○ ○

6

Circle	?	Circle	Circle
Circle	Circle	Circle	Circle

K L M N O

○ ○ ○ ○ ○

7

P Q R S T

8

V W X Y Z

9

A B C D E

10

F G H I J

11

K L M N O

12

P Q R S T

13

V W X Y Z

14

A B C D E

15

F G H I J

16

K L M N O

17

P Q R S T

18

V W X Y Z

19

?			

20

?			

21

?		

22

?		

23

?		

24

?		

A E

F J

K O

P T

V Z

A D E

25

?		

26

?		

27

?		

28

?		

29

?		

30

?		

F H I J

K L M N

P Q R S T

V W X Y Z

A B C D E

F G H I J



31



32



FIN DE LA PRUEBA

SI TERMINA, REPSE O ESPERE



COMPLETAR ORACIONES

8v (M)

- Se trata de encontrar el concepto o palabra que completo o cierre mejor el sentido de una oración.
- Deben responder en el BLOQUE 4 de su hoja de respuestas...
- Fijense en el EJEMPLO Y... La respuesta correcta es *empresa*, la 'A'... Rodeen con un círculo la letra 'A', en su hoja de respuestas, junto al EJEMPLO Y... EJEMPLO Z... La respuesta que completa mejor esa frase es la 'J', *pruebas*... Rodeen con un círculo la letra 'J' en su hoja de respuestas, junto al EJEMPLO Z...
- Cuando se indique, deben comenzar en la página siguiente por el ejercicio 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 ejercicios... Aprovechen con intensidad el tiempo, pero si no terminan no se preocupen, que es bastante corriente... No se entretengan demasiado en una sola pregunta... La que no sepan la pueden saltar o elegir rápidamente la que crean en cada caso más probablemente verdadera... ¿Alguna duda antes de empezar?... (Es el momento de aclarar las posibles dudas que puedan surgir).
- Para hacer esta prueba disponen de... (Se indica el tiempo disponible para hacer la prueba).

EJEMPLOS:

- 1 La buena marcha de una depende del director y de los trabajadores.
 empresa .A olimpiada .B clase .C comunidad .D familia .E
- 2 Presentó que evidenciaban su inocencia.
 heridas .F trabajos .G anuncios .H excusas .I pruebas .J

NO PASE ESTA PÁGINA
 HASTA QUE SE LE INDIQUE



- 3 Sólo podemos algo cuando tenemos dinero o nos lo prestan.
 vender .P vivir .Q devolver .R comprar .S cambiar .T
- 4 Si una cita es porque queremos encontrarnos con alguien.
 encontramos .V olvidamos .W obtenemos .X recordamos .Y concertamos .Z
- 5 Una vez cumplida la pena, los presos la libertad.
 empiezan .A recobran .B escogen .C desencadenan .D necesitan .E
- 6 El pueblo se encontraba inundado por el del río.
 ensanche .F mal estado .G afluente .H desbordamiento .I cauce .J
- 7 Siempre será quedarse tuerto a quedarse ciego.
 preferible .K mejorable .L una elección .M visible .N ocasional .O
- 8 No deberíamos tener reparo en nuestras equivocaciones.
 mejorar .P divulgar .Q silenciar .R reconocer .S contabilizar .T
- 9 Es imposible que dos personas sean totalmente .
 fuertes .V decididas .W idénticas .X parecidas .Y virtuosas .Z
- 10 Cuando conseguir algo, es que aún no lo poseemos.
 llegamos a .A permitimos .B alcanzamos a .C nos lamentamos .D aspiramos a .E
- 11 Lamentarse de desastres es si no tomamos medidas para prevenirlos.
 preferible .F contradictorio .G inútil .H vulgar .I triste .J
- 12 El mundo está un gran desarrollo tecnológico.
 perdiendo .K malgastando .L dirigiendo .M destacando .N alcanzando .O
- 13 Es más fácil las cosas cuando se buscan activamente.
 perder .P olvidar .Q preciar .R encontrar .S organizar .T
- 14 Dejará de ser misterioso todo lo que podamos .
 señalar .V pensar .W explicar .X cambiar .Y prevenir .Z
- 15 Todo lo que se fabrica es .
 superficial .A antinatural .B frágil .C incompleto .D artificial .E
- 16 Tener suele mantener la esperanza de muchas personas.
 posesiones .F ánimos .G estudios .H ilusiones .I tranquilidad .J
- 17 La poca cultura suele ser causa de muchos países.
 del atraso .K del desarrollo .L del derroche .M de la agresividad .N del esclavido .O
- 18 El cansancio leve no debe ser para esforzarnos por algo importante.
 un impedimento .P un medio .Q un remedio .R un acontecimiento .S un intento .T



- 17 Las leyes sirven para → ? la convivencia en una sociedad.
animar .V declarar .W destacar .X prevenir .Z
- 18 La barca → ? en un arrecife, debido al fuerte viento reinante.
encalló .A se desplazó .B viró .C atracó .D tropezó .E
- 19 Si lo sometemos → ? , sabremos qué piensan los asistentes a la reunión.
a juicio .F a debate .G a examen .H a prueba .I a decisión .J
- 20 Para que podamos recordar algo, antes debemos haberlo → ? .
aprendido .K practicado .L visto .M deseado .N escuchado .O
- 21 A mediodía, todas las nubes producen → ? .
el cielo .P calor .Q evaporación .R sombra .S lluvia .T
- 22 No puede haber diálogo cuando → ? no desea hablar.
el fracasado .V el negligente .W el extraño .X el interlocutor .Y el amigo .Z
- 23 La imaginación nos permite → ? lo ausente.
representar .A devolver .B memorizar .C razonar .D reducir .E
- 24 La libertad de una persona → ? donde emplean los derechos de los demás.
comienza .F desciende .G termina .H radica .I cambia .J
- 25 Ilusionarnos → ? nos impide ver objetivamente la realidad.
previamente .K en exceso .L antes .M siempre .N de lo imposible .O
- 26 Practicar un deporte → ? una vida más sana.
anticipa .P propicia .Q predetermina .R multiplica .S escapa .T
- 27 Mostró su disconformidad por el → ? confuso seguido en la votación.
engaño .V aplazamiento .W cambio .X espacio .Y procedimiento .Z
- 28 Un negocio va hacia la quiebra si sus → ? son inferiores a sus gastos.
compras .A reservas .B seguros .C clientes .D ingresos .E
- 29 Las experiencias positivas y negativas son → ? .
imposibles .F evitables .G contrapuestas .H dudosas .I duras .J
- 30 En los momentos difíciles se comprueban las grandes → ? .
virtudes .K penas .L aspiraciones .M esperanzas .N hazañas .O
- 31 No podemos → ? lo que todavía no poseemos.
negociar .P esperar .Q donar .R adquirir .S despreciar .T
- 32 Las personas → ? muchas veces no manifiestan sus verdaderas intenciones.
reflexivas .V astutas .W antipáticas .X elegantes .Y introvertidas .Z

FIN DE LA PRUEBA

SI TERMINA, REPÍSE O ESPERE



PROBLEMAS NUMÉRICOS

5n (M)

- Se trata de **comparar las cantidades resultantes de resolver problemas numéricos para determinar cuál es la mayor**. Cuando las dos son iguales, la respuesta correcta será la tercera alternativa.
- Debemos responder en el **BLOQUE 5** de su hoja de respuestas...
- Fijense en el EJEMPLO Y... Se deben sustituir los números que van en lugar de la X en los rectángulos F y G... En ambos casos la interrogación sustituye al número '5'... **5 por 2 son 10 y 30 dividido entre 5 da 6**... Luego deberán rodear la respuesta 'H', **iguales**, junto al EJEMPLO Y, en su hoja de respuestas... Dense cuenta que los dos puntos significan 'dividido entre'...
- EJEMPLO Z... 'K' nos da un resultado mayor porque **4 km más 600 metros es mayor que 5 km menos 500 metros**... Rodeen con un círculo la letra 'K' en su hoja de respuestas, junto al EJEMPLO Z...
- Cuando se indique, deben comenzar en la página siguiente por el problema 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 problemas... Aprovechen con intensidad el tiempo, pero si no terminan no se preocupen, que es bastante corriente... No se entretengan demasiado en un solo problema... Si alguno no lo saben lo pueden saltar... Si tienen que escribir algo, pueden hacerlo en la Hoja de Respuestas donde pone **NOTAS, APUNTES**... ¿Alguna duda antes de empezar?... (Es el momento de aclarar las posibles dudas que puedan surgir).
- Para hacer esta prueba disponen de... (Se indica el tiempo disponible para hacer la prueba).

Si tienes que escribir algo, utiliza el espacio reservado: escribe sobre el fondo de la página.

EJEMPLOS:

RESULTADO MAYOR		H	MINUTOS
P	Valor de X $X \times 2 = 10$	G	Valor de X $30 : X = 6$
K	4 km + 600 m	L	5 km - 500 m
2		M	

NO PASE ESTA PÁGINA
HASTA QUE SE LE INDIQUE

RESULTADO MAYOR

RESULTADO MAYOR		X	IGUALES
V	1 montón de 100 ladrillos	W	5 montones de 25 ladrillos cada uno
A	$36 + 8$	B	$32 + 10$
3	La tercera parte de 60	G	La cuarta parte de 100
K	Una hora y media	L	90 minutos
5	$(16 \times 2) + 4$	O	$(4 \times 6) + 11$
V	Valor de X $30 + X = 36$	W	Valor de X $22 - X = 16$
A	$50 : 10$	B	$36 : 9$
F	40 hectómetros	G	4 kilómetros
K	$(60 : 6) + 8$	L	$(30 : 10) \times 4$
10	$\frac{12 \times 6}{6}$	O	$\frac{20 \times 2}{4}$
V	$72 : 10$	W	$0,72 \times 10$
A	Valor de X $X + 12 + 12 = 36$	B	Valor de X $X - 2 - 18 = 2$
F	$\frac{2}{4} \times 3$	G	$\frac{1}{4} \times 8$
K	Valor de X $\frac{X}{2} = \frac{B}{X}$	L	Valor de X $\frac{1}{X} = \frac{X}{16}$
P	Promedio o puntuación media de: 20, 30, 30, 20	O	Promedio o puntuación media de: 20, 40, 40, 20
V	Superficie de un círculo de 2,20 cm de radio	W	Superficie de un círculo de 2,3 cm de radio

CONTINÚE

RESULTADO MAYOR

	A	B	C	ACTUALES
17	$\frac{3}{8} + \frac{3}{8} + \frac{6}{8}$	$\frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3}$		
18	$(6 + 15) : (30 - 20)$	$(8 + 32) : (35 - 15)$		
19	Cuartos de litro que hay en 4 decalitros	Tercios de litro que hay en medio hectolitro		
20	La cuarta parte de la mitad de 40	La sexta parte de un tercio de 90		
21	Valor de X $\frac{25}{6} = \frac{20}{X}$	Valor de X $\frac{8}{8} = \frac{3}{X}$		
22	Promedio o puntuación media de: $\frac{1}{3}, \frac{5}{3}, \frac{5}{3}$	Promedio o puntuación media de: $\frac{1}{2}, \frac{5}{2}, \frac{5}{2}$		
23	Valor de Y $X + 6 = 8$ $X + Y = 6$	Valor de Y $X + 6 = 9$ $X + Y = 6$		
24	10% de $\frac{1}{2}$ de 80	20% de $\frac{1}{4}$ de 80		
25	Longitud de 6 radios de una circunferencia	Longitud de 3 diámetros en la misma circunferencia		
26	Valor de Y $X + 4 = \sqrt{81}$ $X + Y = 10$	Valor de Y $24 - X = \sqrt{100}$ $X + Y = 9^2$		
27	Valor de X $\frac{10}{X} = \frac{X}{14,4}$	Valor de X $\frac{4}{X} = \frac{X}{100}$		
28	Distancia recorrida en 2 horas a 1 km y medio por minuto	Distancia recorrida en 30 minutos a 120 km por hora		
29	Alumnos de una clase si $\frac{1}{6}$ de ellos, 5, están enfermos	Alumnos de una clase, si $\frac{1}{6}$ de ellos, 8, están enfermos		
30	Distancia representada en un mapa por 1 decímetro si cada decímetro representa 3 km	Distancia representada en un mapa por 5 centímetros, si cada centímetro representa 125 m		
31	Altura de una presa si el agua llega a 14 m, el 10% de su altura máxima	Altura de una presa si el agua llega a 28 m, el 20% de su altura máxima		
32	Ángulo que recorre la aguja-minutero de un reloj en 15 minutos	Ángulo que recorre la aguja-horario de un reloj en 45 minutos		

FIN DE LA PRUEBA

SI TERMINA, REPRÉSE O ESPERE

ENCAJAR FIGURAS
Se (M)

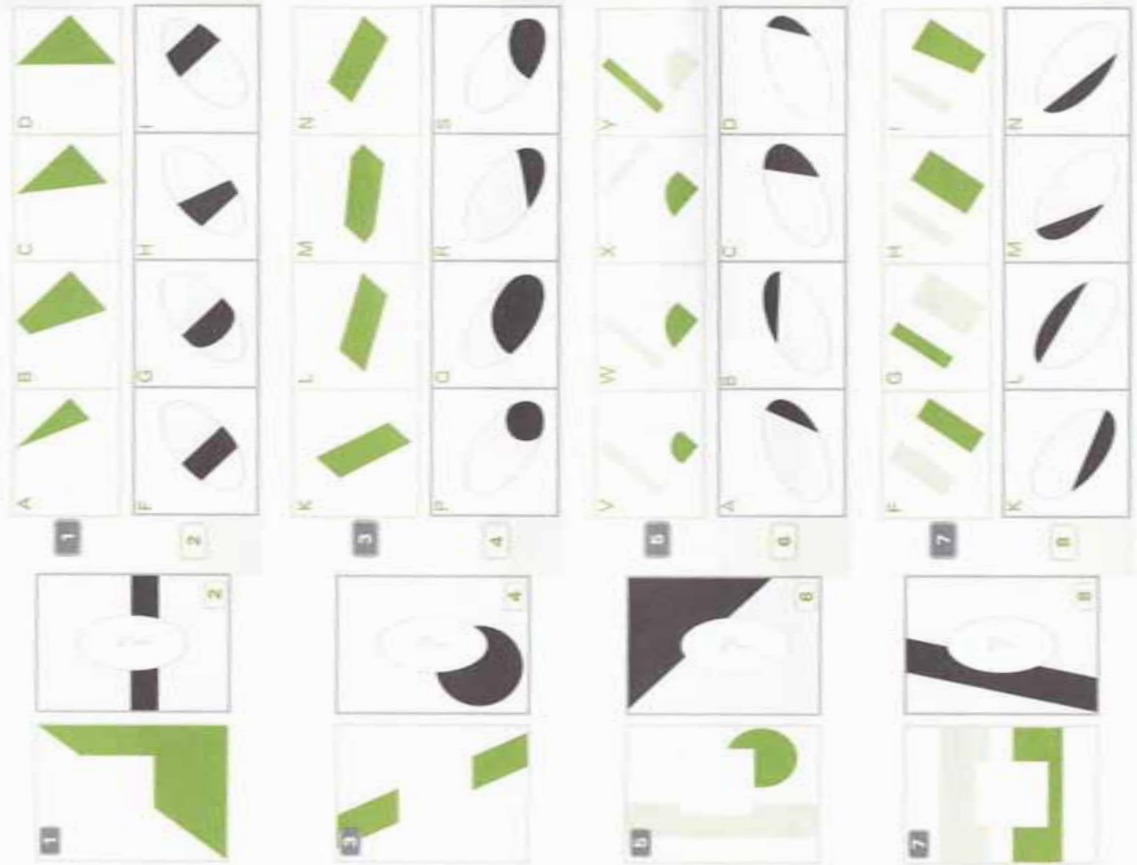
- Se trata de buscar la figura que complete perfectamente la parte que se ha recortado de una superficie.
- Deben responder en el BLOQUE 6 de su hoja de respuestas...
- EJEMPLO Y... La respuesta correcta es la 'K', porque es el trozo que completa perfectamente al extraído de la figura 'Y'... Ninguno de los demás trozos la completa bien... Rodéen con un círculo la letra 'K' en su hoja de respuestas, junto al EJEMPLO Y...
- EJEMPLO Z... La figura recortada es la 'R'... Rodéen con un círculo la letra 'R', junto al EJEMPLO Z, en su hoja de respuestas...
- Cuando se indique, deben comenzar en la página siguiente por el ejercicio 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 ejercicios... Aprovechen con intensidad el tiempo, pero si no terminan no se preocupen, que es bastante corriente... No se entretengan mucho en un solo ejercicio... Si alguno les cuesta mucho lo pueden saltar... Para girar las figuras utilicen sólo la imaginación, sin mover el cuaderno... Moviendo el cuaderno se dificulta la tarea al cambiar constantemente todos los puntos de referencia... ¿Alguna duda antes de empezar?... (Es el momento de aclarar las posibles dudas que puedan haber surgido).
- Para hacer esta prueba disponen de... (Se indica el tiempo disponible para hacer la prueba).

Gire mentalmente la imagen, sin girarla físicamente.
No copie nada sobre esta página.

EJEMPLOS:



NO PASE ESTA PÁGINA
HASTA QUE SE LE INDIQUE



CONTINÚE



9

10

11

12

13

14

15

16



17

18

19

20









21

22

23

24



 25	 26	 27	 28	 29	 30	 31	 32
V	W	X	V	A	B	C	D
F	G	H	I	K	L	M	N
P	Q	R	S	V	W	X	Y
A	B	C	D	F	G	H	I

FIN DE LA PRUEBA
SI TERMINA, REPÁSE O ESPERE



MEMORIA DE RELATO ORAL

Ma (M)

- Se trata de responder a una serie de preguntas acerca del texto escuchado inmediatamente antes.
- Deben responder en el **BLOQUE 7** de su hoja de respuestas...
- **EJEMPLO Z...** ¿Cómo se titulaba el relato que han escuchado anteriormente?... *En busca de Moby Dick...* Rodan con un círculo la letra 'O', junto al **EJEMPLO Z**, en su hoja de respuestas...
- Cuando se indique, deben comenzar en la página siguiente por la pregunta 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 respuestas... Aprovechen el tiempo, que suele ser suficiente para que la mayoría acabe... En las respuestas dudosas, se aconseja que elijan aquella que crean concuerda mejor con el relato que han escuchado... ¿Alguna duda antes de empezar?... ¡Es el momento de aclarar posibles dudas!
- Para hacer esta prueba disponen de... (Se indica el tiempo disponible para hacer la prueba).

EJEMPLO:

2. ¿Cómo se titulaba el relato que han escuchado?

La pesca de la ballena . P

En busca de Moby Dick . Q

Historias de pescadores . R

**NO PASE ESTA PÁGINA
HASTA QUE SE LE INDIQUE**



1. ¿En qué día, mes y año se sitúa este relato?

Un día de octubre de 1778 . F

25 de octubre de 1778 . G

Un día de agosto de 1980 . H

2. ¿Por qué no avanzaban apenas aquel día?

Por la fuerza tormenta . K

Por ausencia de viento . L

Por la niebla y lluvia . M

3. ¿Dónde estaba matriculado el barco con el que se cruzaron?

En Londres . P

En París . Q

En Dubaie . R

4. ¿Qué tenía el capitán del Victoria en lugar del brazo?

Un hueso a modo de garfio . V

Un brazo artificial de madera . W

Un hueso de cachalote . X

5. ¿Qué miembro había perdido el capitán Philip?

Una pierna . A

Un brazo . B

Un brazo y una pierna . C

6. ¿En qué pasaron al barco?

Remando, en una lancha . F

En una pequeña lancha auxiliar . G

En un bote de remos . H

7. ¿Quiénes llevaron al capitán Philip al Victoria?

Sus hombres de confianza . K

Cuatro remeros . L

Cuatro de sus oficiales . M

8. ¿Qué hicieron a modo de saludo ambos capitanes?

Nada, no eran ceremoniosos . P

Un apretón de manos . Q

Entrechocaron sus huesos . R

9. ¿En qué zona tuvo lugar el encuentro con Moby Dick?

No se precisa en el relato . V

En el Ecuador . W

En alta mar . X

10. ¿Cuándo se había encontrado con Moby Dick?

La temporada pasada . A

Hacia unos pocos meses . B

Hacia ya mucho tiempo . C

11. ¿Qué hicieron al ver los cinco cachalotes?

Seguir adelante buscando ballenas . F

Salir en su persecución . G

Esperar a ver a Moby Dick . H

12. ¿Cuántas veces había pescado en aquella zona?

Era la primera vez . K

A menudo . L

Dos temporadas . M

13. ¿A quién habían clavado el primer arpón?

A Moby Dick . P

A una enorme ballena . Q

A uno de los cachalotes . R

14. ¿De dónde surgió Moby Dick?

De entre los cachalotes . V

Del fondo del mar . W

De las profundidades . X

15. ¿Cómo se describe a Moby Dick?

Enorme, blanca, con joroba y callosidades . A

Con joroba, feroz, asesino . B

Con manchas negras y callosidades . C

16. ¿Qué se le enredó a Moby Dick?

Las redes . F

Un cable . G

Varios arpones . H



13. ¿Dónde se le había enredado?
Entre sus callosidades y joroba .K Entre los dientes .M
14. ¿Quién lanzó el arpón a Moby Dick?
Un marinero .P El capitán .D El primer oficial .R
15. ¿Reconoció el capitán a Moby Dick?
Era la primera vez que lo veía .V La reconoció enseguida .W Ya la había visto otra vez .X
16. ¿Qué hizo Moby Dick con la cola?
Tiró a los que iban en el primer bote .B Partió el bote en dos .C
17. ¿Qué tenía Moby Dick en diversas partes del cuerpo?
Manchas blancas .P Manchas de antiguas heridas .H
18. ¿Con qué se compara cuando estuvo agarrado al arpón?
A la oscilación del péndulo de un reloj .K A la trayectoria del movimiento de las alas .L A la trayectoria del arpón .M
19. ¿Dónde se agarró el capitán?
A unas tablas del bote .P Al arpón que él mismo había clavado .Q Al bote del primer oficial .R
20. ¿Cuánto tiempo estuvo agarrado?
Unos instantes .V Varios minutos .W Mientras le arrastraba .X
21. ¿Quién cuenta los detalles de la herida?
El narrador, en tercera persona .A El propio capitán .B El doctor .C
22. ¿Qué le recomendó inicialmente el doctor al capitán?
Evitar la gangrena .P Cortar el brazo .G Poner rumbo a la tierra más cercana .H
23. ¿Cuándo se enteró el capitán del Victoria de la fama de ferocidad de Moby Dick?
Al cabo de unos meses .K En ese mismo instante .L A los pocos días .M
24. ¿Vio a Moby Dick alguna vez más el capitán del Victoria?
Una sola vez más .Q Sólo los días siguientes .R
25. ¿Dónde la vio por última vez?
Cerca de las islas F'aroo .V En el Ecuador .W Cerca del archipiélago de Madeira .X
26. ¿Cómo se llamaba el barco del capitán Philip?
El Pequod .A El Victoria .B El Bella Vista .C
27. ¿Qué rumbo tomó el capitán Philip para continuar la búsqueda?
Al Norte .F Al Este .G Al Sur .H
28. ¿Por qué el capitán del Victoria no quería seguir buscando a Moby Dick?
Lo consideraba ya inóvil .K Si quería, para vengarse .L Para no arriesgar vidas humanas .M

FIN DE LA PRUEBA

SI TERMINA, REPASE O ESPERE



MEMORIA VISUAL ORTOGRÁFICA

Mv (M)

- Se trata de **buscar la palabra que está ortográficamente mal escrita**. Los acentos o tildos están todos bien.
- Deben responder en el **BLOQUE B** de su hoja de respuestas...
- **EJEMPLO Y...** La respuesta correcta es la 'G' porque está mal escrita, debía ir sin la primera 'h'.... Rodeen con un círculo la letra 'G', junto al **EJEMPLO Y**, en su hoja de respuestas...
- **EJEMPLO Z...** La respuesta correcta es la 'X', porque debería llevar al final una 'v' no una 'b'.... Rodeen con un círculo la letra 'X', junto al **EJEMPLO Z**, en su hoja de respuestas...
- Cuando se indique, deben comenzar en la página siguiente por el ejercicio 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 respuestas... Aprovechen el tiempo, que suele ser suficiente para que la mayoría acabe... En las respuestas que duden, se aconseja que elijan aquella que visualmente les parezca más extraña... ¿Alguna duda antes de empezar?... (Es el momento de aclarar posibles dudas).
- Para hacer esta prueba disponen de... (Se indica el tiempo disponible para hacer la prueba).

Sistema que permite alijar, uolijar la hoja de
 unobolijar, donolijar, uolijar.

EJEMPLOS:

- 1 exacto .P halmohada .Q celebrar .R
- 2 hermano .V invierno .W brabo .X

NO PASE ESTA PÁGINA
 HASTA QUE SE LE INDIQUE



- 1 barbilla .K revivir .L alcohol .M
- 2 pavimento .P diván .Q hobispo .R
- 3 provocar .V venevolencia .W bahía .X
- 4 convexo .A benigno .B halergia .C
- 5 enturbiar .F flexible .G carabela .H
- 6 hoyente .K vigía .L hospedaje .M
- 7 asfixia .P exclusivo .Q estrenar .R
- 8 injerto .V objetivo .W hondo .X
- 9 inolvidable .A rebés .B jubilarse .C
- 10 hóvalo .P ondular .G elíptico .H
- 11 advertir .K microvicio .L joya .M
- 12 abedul .P lobezno .Q bocavulario .R
- 13 rebólvir .V acceso .W ahogar .X
- 14 disolver .A ardor .B lóvulo .C
- 15 abdomen .F cerbeza .G valija .H
- 16 elavorar .K dividir .L extravlar .M

17. atrayente .P hebanista .Q envasar .R
18. viveza .V bisabuelo .W bámbula .X
19. vaho .A biombo .B trivunal .C
20. allazgo .F ahondar .G abordar .H
21. ipnotizar .K innovar .L anhelar .M
22. rebelde .P ábil .Q encaje .R
23. harpón .V arpa .W halcón .X
24. deshonra .A diversidad .B desbán .C
25. lavabo .F cabidad .G balonvolea .H
26. dirijible .K imagen .L pingajo .M
27. embalaje .P divergente .Q javalí .R
28. homenajear .V oigazón .W obesidad .X
29. glóbulo .A clavija .B homnívoro .C
30. emorragia .F expirar .G malhechor .H
31. avalanzar .K través .L divorcio .M
32. rebasar .P esquivar .Q haba .R

FIN DE LA PRUEBA

SI TERMINA, REPÁSE O ESPERE



DISCRIMINAR DIFERENCIAS

De (M)

● Se trata de **buscar en cada grupo de tres dibujos el que tiene alguna diferencia** pequeña, pero clara, con respecto a los otros dos. Aunque es un ejercicio sencillo, casi nadie acabará al dejarse muy poco tiempo. Es muy importante en esta prueba controlar perfectamente el tiempo.

● Deben responder en el **BLOQUE 9** de su hoja de respuestas...

● EJEMPLO Y... El dibujo más diferente es el 'X', porque tiene los tres circuitos negros distintos a los de los otros dos dibujos... Rodeen con un círculo la letra 'X', junto al EJEMPLO Y, en su hoja de respuestas... EJEMPLO Z... De las tres herramientas la diferente es la 'A', porque le falta un rectángulo en la zona por donde se agarra... Rodeen con un círculo la letra 'A', junto al EJEMPLO Z, en su hoja de respuestas...

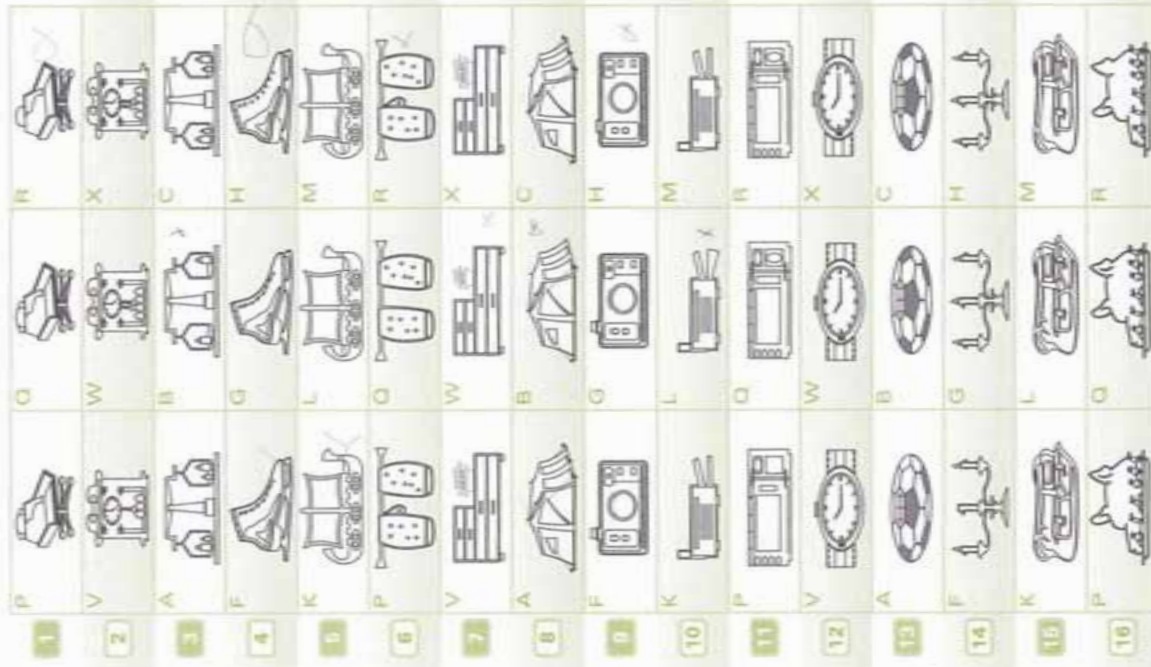
● Cuando se indique, deben comenzar en la página siguiente por el ejercicio 1 en adelante, hasta un máximo posible de 32 respuestas... Aprovechen con intensidad el tiempo, pero si no terminan no se preocupen, que es lo más corriente... En este ejercicio nadie debe empezar antes de dar la orden de hacerlo... De la misma manera, nadie deberá seguir trabajando una vez indicado el final... ¿Alguna duda antes de empezar?... (Es el momento de aclarar posibles dudas).
















































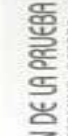
● Para hacer esta prueba van a disponer de... (Se indica el tiempo disponible para hacer la prueba).

EJEMPLOS :



NO PASE ESTA PÁGINA
HASTA QUE SE LE INDIQUE



17				X
18				C
19				H
20				M
21				R
22				X
23				C
24				H
25				M
26				H
27				X
28				C
29				H
30				M
31				R
32				X

FIN DE LA PRUEBA
SI TERMINA, REPOSE O ESPERE



Texto a memorizar (En busca de Moby Dick):

Un día calmoso de octubre de 1776 en que no avanzábamos apenas por la casi total ausencia de viento, se cruzó con nosotros otro barco, el Victoria, con matrícula de Londres. En cuanto estuvo cerca, el capitán Philip tomó el megáfono y gritó:

- ¡Ah del barco! ¿Han visto a Moby Dick?

- Sí, mire usted - respondió el capitán del Victoria blandiendo un hueso de cachalote en el lugar de su brazo -.

- ¡Otra víctima del diablo! ¡Vamos, preparadme el bote, que voy a ir al Victoria!

Unos minutos más tarde, el capitán Philip y cuatro remeros se encontraban al lado del navío. Al llegar arriba, el capitán le esperaba con su brazo de hueso tendido. Philip levantó su pierna y la cruzó con el hueso de cachalote.

- ¡Eso es, amigo! ¡Entrechoquemos nuestros huesos! ¡Hace mucho tiempo que topó con Moby Dick?

- Fue en la temporada pasada, en el Ecuador.

- Se le llevó el brazo ...

- Ya usted la pierna, por lo que veo.

- Cuénteme, amigo, cuénteme cómo ocurrió.

Era la primera vez que yo cazaba en el Ecuador. No había oído hablar nunca de Moby Dick. Un día vimos cinco cachalotes y decidimos salir en su persecución. Logramos clavar el arpón a uno y estábamos siguiendo el cable, cuando de las profundidades surgió un monstruo enorme, blanco, con una joroba y lleno de callosidades.

- ¡Era ella! ¡Era ella! - dijo el capitán brillándole los ojos.

Cuando quisimos darnos cuenta, el cable se le había enredado entre los dientes y nos vimos de pronto sobre su joroba. Yo salté al bote de mi primer oficial, aquí presente, y a pesar de que reconocía que se trataba de una especie desconocida para mí, resolví capturarla fuera como fuera. Agarré el primer arpón que encontré y se lo lancé. Tenía ya otros clavados en diversas partes del cuerpo.

¡Eran los míos! - rugió el capitán Philip.

Pero en aquel instante, sintiéndose herida, sobrevino la catástrofe. Su potente cola partió el bote en dos y nos caímos al agua. Yo conseguí subirme sobre su lomo y agarrarme con fuerza al arpón que yo mismo le había clavado. Allí estuve oscilando durante varios minutos como el péndulo de un reloj. Luego, Moby Dick se sumergió y yo con ella. Un golpe de mar me sacudió y fue entonces cuando me hirió en el brazo.

- ¿No se lo arrancó entero?

- No. Aquí está el doctor que me atendió. Él contará los detalles posteriores. Cuéntelo, doctor.

Cuando el capitán llegó al barco, examiné la herida y comprendí al instante que se trataba de una mala herida, por lo que recomendé poner rumbo a la tierra más cercana, donde pudieran atender al capitán en un hospital que dispusiera de los medios adecuados. Pero como empeoraba rápidamente, resolví amputar. Al carecer de medios, no vacilé en encargar la amputación al carpintero del barco. Yo no intervine más que para evitar hemorragias e infecciones.

- ¿Y qué pasó con Moby Dick?

- Estuvimos detrás de ella durante mucho tiempo, y sólo al cabo de unos meses me enteré que era famosa por su ferocidad.

- ¿La ha visto alguna vez más?

- Sí, un par de veces nos hemos cruzado con ella. Pero me he mantenido al margen. ¡Al diablo las ballenas asesinas! No quiero arriesgar ninguna vida para cazarla, a pesar de que significaría mucho para mí y para el barco. Usted opina de otra manera, ¿no es cierto?

- Yo tengo la obsesión de cazarla y vengarme. ¿Dónde la vio por última vez?


- Cerca del archipiélago de Madeira. Se dirigía hacia el Este.

- Gracias.

Y sin añadir otra palabra gritó a sus marineros para que le bajasen al bote. Volvió inmediatamente a su barco, el Pequod, y ordenó poner rumbo al Este. No tardó el Pequod en conectar con un banco de ballenas, pero pasarían meses antes de volver a ver a Moby Dick.”

(Adaptado de Herman Melville)

7.7 Solicitud de autorización

	<p>Región de Murcia Consejería de Educación y Cultura.</p>	<p><i>I.E.S. SANGONERA LA VERDE</i></p>	<p>Ctra. de Mazarrón, Km. 5 30833 SANGONERA LA VERDE (Murcia) Teléf: 9688689 85 /Fax: 968 869329</p>
<p>Estimados padres</p> <p>Nos dirigimos a ustedes para informarles que durante el curso que comienza nos hemos propuesto llevar a cabo un estudio pedagógico en 1º y 3º de E.S.O. con el objeto de elaborar materiales que se adecuen a las características de nuestro alumnado y, por tanto, les ayuden a mejorar los resultados académicos.</p> <p>Durante este curso nos vamos a centrar en las áreas instrumentales, es decir, en Matemáticas y en Lengua, realizando el estudio conjuntamente los Departamentos de Matemáticas, Lengua y Orientación.</p> <p>Para poder llevar a cabo este proyecto se hace imprescindible una evaluación psicopedagógica del alumnado de 1º y 3º de E.S.O., durante las sesiones de tutoría, a través de la cual se obtenga información de las Aptitudes cognitivas del alumno, así como su autoconcepto y grado de adaptación.</p> <p>La información obtenida de dicha evaluación quedará reflejada en una ficha personal de cada alumno y permanecerá en el centro bajo la tutela del Departamento de Orientación.</p> <p>Los resultados de los estudios gozarán de la máxima confidencialidad y serán utilizados exclusivamente en beneficio de su hijo, ya que nos aportarán información para poder actuar de una manera más óptima en el proceso de Enseñanza – Aprendizaje.</p> <p>Si precisan más información estaremos encantados de proporcionársela.</p> <p style="text-align: right; margin-right: 100px;">Sangonera la Verde, de de</p> <p style="text-align: right; margin-right: 100px;">Fdo. Coordinador del proyecto</p> <p>-----</p> <p>D/D^a _____ padre/madre del alumno/a</p> <p>_____ del curso _____ autorizo al centro</p> <p>para la realización del estudio psicopedagógico que permita conocer las características de mi hijo.</p>			



Región de Murcia
Consejería de Educación y Cultura

I.E.S. SANJE

Ctra. de Mula, Km. 1,5
30820 ALCANTARILLA (Murcia)
Teléf: 968 803504 /Fax: 968 893004

Estimados padres

Nos dirigimos a ustedes para informarles que durante el curso que comienza nos hemos propuesto llevar a cabo un estudio pedagógico en 1º de E.S.O. con el objeto de elaborar materiales que se adecuen a las características de nuestro alumnado y, por tanto, les ayuden a mejorar los resultados académicos.

Durante este curso nos vamos a centrar en las áreas instrumentales, es decir, en Matemáticas y en Lengua, realizando conjuntamente este estudio, los Departamentos de Matemáticas, Lengua y Orientación.

Para poder llevar a cabo este proyecto se hace imprescindible una evaluación psicopedagógica del alumnado de 1º de E.S.O., durante las sesiones de tutoría, a través de la cual se obtendrá información de las **Aptitudes Cognitivas** del alumno, así como de su **Autoconcepto** y **Grado de Adaptación**.

La información obtenida de dicha evaluación quedará reflejada en una **ficha personal** de cada alumno y permanecerá en el centro bajo la tutela del Departamento de Orientación.

Los resultados del estudio gozarán de la máxima confidencialidad y serán utilizados exclusivamente en beneficio de su hijo, ya que nos aportarán información para poder actuar de una manera más óptima en el proceso de Enseñanza – Aprendizaje.

Con el fin de empezar a pasar los tests y tener listos los resultados para la primera evaluación, les rogamos nos den su autorización lo antes posible. Gracias.

Si precisaran de más información estaremos encantados de proporcionársela.

Alcantarilla, ... de de

Fdo. Antonio Muñoz Ledesma
Coordinador del proyecto

.....

D/Dª _____ padre/madre del alumno/a
_____ del curso_1º_____ autorizo al centro
para la realización del estudio psicopedagógico que permita conocer las características de mi hijo.

Un modelo para estimar las acciones a aplicar en Lengua y en Matemáticas mediante predictores

“De entre las espinas surge la rosa”. San Jerónimo.

8.1 Introducción

Como ya hemos comentado, Gardner, [Gardner, 1993], con su teoría de IM planteó una perspectiva amplia y pragmática de la inteligencia y desde esta perspectiva multidimensional asume que la inteligencia es funcional y que se manifiesta de diferentes maneras en diversos contextos. Para este autor existirían siete tipos diferentes de inteligencia: lingüística; lógico-matemática; musical; espacial; cinestésicocorporal; personal dirigida hacia los demás (interpersonal); y la inteligencia personal dirigida hacia la propia persona, es decir, autoconciencia. En el estudio realizado en [Andrade et al., 2001], se observa que las variables independientes Inteligencias Lógico-Matemáticas y Condiciones del Hogar logran predecir el rendimiento en castellano en un 11.8%; mientras que en matemáticas, las variables independientes Inteligencias Lógico-Matemáticas e Inteligencia Lingüística, predicen un 16.1% del rendimiento en matemáticas.

Relacionadas con estas inteligencias, y para valorar las aptitudes y capacidades de los alumnos, se han pasados distintos tests, se han obtenido las calificaciones de sus asignaturas y se han reco-

pilado sus datos personales/familiares. En concreto, se utilizan a) el test BADyG-renovado [Yuste et al., 2002], que consta de seis tests que ayudan a identificar las aptitudes generales y diferenciadas del alumno en vistas a conocer el desarrollo de sus habilidades mentales, lógicas, numéricas, verbales (incluye tests de inteligencia verbal, inteligencia no verbal, comprensión verbal, aptitud numérica, razonamiento lógico y aptitud espacial); b) el test “AF5: Autoconcepto Forma 5” [García and Musitu, 1999], que valora los cinco aspectos del autoconcepto del alumno; y c) el test “TAMAI. Test Autoevaluativo Multifactorial de Adaptación Infantil”, [Hernández and Jiménez, 1983], destinado a apreciar el grado de inadaptación, que ofrece la novedad de distinguir, en cada uno de los aspectos clásicos de ésta, unos subfactores que se asocian entre sí formando clusters y que permiten determinar las raíces de la inadaptación.

Con toda esta información, en el Capítulo 7 construimos distintos conjuntos de datos con el propósito de ser analizados para conseguir modelos que nos permitan encontrar relaciones entre atributos y que nos permitan, incidiendo en ellos, mejorar el rendimiento académico de los alumnos.

En este capítulo definimos y diseñamos unos predictores del rendimiento académico relacionados directamente con las dos asignaturas básicas del currículo, como son las Matemáticas y la Lengua, [Muñoz and Cadenas, 2008a].

8.2 Metodología utilizada y definición de Predictores

De las siete IM que Gardner plantea, nos centramos en las relacionadas con dos asignaturas que son fundamentales para el buen rendimiento de los alumnos de la E.S.O. en un Instituto de Educación Secundaria: la Lengua y las Matemáticas [Andrade et al., 2001]. Se midieron las habilidades implícitas a cada una de esas inteligencias (lingüística y lógico-matemática complementando la información que aportan las primeras notas del alumno en Lengua y en Matemáticas. Dicha medición se realizó mediante el test psicométrico BADyG-renovado del que se extrajeron aquellas subescalas relacionadas con las capacidades de estas asignaturas. Toda esta información sirvió para construir el conjunto de datos CA123 como se ha mostrado en el Capítulo 7 (Sección 7.4).

En esta idea, y en la validez y fiabilidad de los distintos instrumentos utilizados en la evaluación de las IM [Ballester et al., 2004], es en lo que se fundamenta la utilización de dos parámetros que construimos, PLEN y PMAT, como posibles predictores del rendimiento en Lengua y en Matemáticas, [Muñoz and Cadenas, 2008a]. Se comprueba, así, que dichos parámetros (PLEN, PMAT) relacionados con estas capacidades, afectan decisivamente a las decisiones a tomar por los departamentos de Orientación, Lengua y Matemáticas con un alumno recién llegado al Instituto de Enseñanza Secundaria para cursar el primer curso de E.S.O. (los clasificamos según las acciones AcL y AcM como mostramos en el Capítulo 7, Tabla 7.10).

A partir de los parámetros medidos como parte de los conjuntos de datos (Tabla 7.8), definimos el parámetro **PLEN** como la media aritmética de los parámetros RV (Analogía Verbales), MV (Memoria Visual Ortográfica), MA (Memoria de Relato Oral), DE (Atención: Discriminar diferencias) y SV (Completar oraciones); y el parámetro **PMAT** como la media aritmética de los parámetros RL (Razonamiento lógico), RN (Series Numéricas), SN (Problemas Numéricos), MV (Memoria Visual Ortográfica), MA (Memoria de Relato Oral) y DE (Atención: Discriminar diferencias), [Muñoz and Cadenas, 2008a].

Mediante el uso de las técnicas de MD se ha obtenido y confirmado que PLEN y PMAT son buenos predictores de las acciones a realizar con cada alumno (AcL o AcM) aportando resultados que superan el 80 % de conformidad. Se trató, así, de ayudar a predecir mediante el valor de estos parámetros qué acciones se deben realizar para mejorar inicialmente el rendimiento en Lengua y Matemáticas.

La principal técnica de MD utilizada ha sido los árboles de clasificación, que se emplea para asignar sujetos a las clases de una variable dependiente a partir de sus mediciones en uno o más predictores. Los árboles de clasificación son más flexibles que otras técnicas de clasificación porque permiten incorporar predictores medidos virtualmente en cualquier escala: continua, ordinal o mezclas de ambas escalas.

Para este estudio, utilizamos el conjunto CA123 que hemos definido en la Sección 7.4. En los análisis realizados, se confirmó la alta correlación que había entre las notas de Lengua y de Matemáticas, y los resultados globales del alumno. También fue alta o muy alta la correlación entre los parámetros PLEN y PMAT con las variables que permiten su cálculo (sus subescalas) y con las notas de Lengua y Matemáticas, [Muñoz and Cadenas, 2008a].

Inicialmente, se ha comprobado la fiabilidad y consistencia interna de los datos de este fichero mediante el Alfa de Cronbach (ver Tabla 8.1), obteniendo un valor superior al 82 % (valores entre 88 %-90 % se califican como de un nivel bueno).

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basado en elementos tipificados	nº de elementos
0.829	0.895	50

Tabla 8.1: Estadísticos de fiabilidad de los atributos extraídos del fichero de información

8.3 Experimentos y resultados

Para los experimentos, hemos utilizados las técnicas que nos proporcionan la librería WEKA. Al aplicar las técnicas de MD observamos que ambos parámetros PMAT y PLEN son buenos predictores de las acciones a realizar con cada alumno. Todas las técnicas utilizadas obtienen, con

un alto grado de fiabilidad, que estos parámetros PMAT y PLEN tiene una relación directa sobre las acciones a realizar. Así, se emplearon diferentes tipos de árboles de clasificación para identificar los posibles predictores relevantes y sus puntos de corte óptimos, [Muñoz and Cadenas, 2008a]. Los resultados permiten decidir si un alumno debe recibir apoyo en matemáticas o en lengua (RAM o RAL), recibir refuerzo (RRM o RRL), no realizar acción alguna (X) o cuestionarse que ese alumno tiene capacidades pero no las desarrolla (CM? o CL?), [Muñoz and Cadenas, 2008a].

Aunque mostraremos la tabla de todas las técnicas aplicadas con su grado de fiabilidad, a continuación presentamos una de las técnicas junto con su modelo obtenido, que debido a su alta interpretabilidad, nos sirve como justificación de los resultados obtenidos.

8.3.1 Modelo obtenido con un árbol de clasificación

La bondad de los predictores de las acciones a realizar ha sido corroborada, entre otras, con la técnica de MD árboles de clasificación. En concreto, con la implementada en WEKA Simple Cart obtenemos un 100 % de fiabilidad en las relaciones encontradas: la clasificación, según las acciones a realizar de todos los alumnos, ha sido perfecta, [Muñoz and Cadenas, 2008a].

Los datos de ejecución y los resultados obtenidos los mostramos a continuación:

- Para el atributo AcL

Los datos de ejecución son los siguientes:

```

== Run information ==
Scheme: weka.classifiers.trees.SimpleCart -S 1 -M 2.0 -N 5 -C 1.0
Relation: CA123.txt
Test mode:10-fold cross-validation (validación cruzada de 10 capas)

```

Tabla 8.2: Información para la ejecución de la técnica sobre AcL

Los resultados obtenidos los mostramos en la Tabla 8.3.

Observamos en la matriz de confusión que hay 187 alumnos que deben recibir apoyo en Lengua (RAL), 227 que obviamos, 22 alumnos que deben recibir refuerzo en Lengua (RRL) y por último, 48 alumnos que no desarrollan sus capacidades de forma adecuada y nos cuestionamos el porqué. El modelo obtenido es el que mostramos en la Figura 8.1.

Si analizamos esta estructura de árbol, vemos que el atributo PLEN-NOM (parámetro PLEN con valores nominales) puede tomar los valores B (bajo), M (medio) y A (alto), y según la rama que elijamos observamos:

- Que si PLEN-NOM es B, vemos que la variación de la nota media en Lengua durante los tres cursos (nmlc-123ESO) se divide a su vez si es menor o mayor que 6.55555, adoptando en cada caso una acción (RAL ó CL?).

```

==== Stratified cross-validation ==== Summary ====
Correctly Classified Instances 484 100 %
Incorrectly Classified Instances 0 0 %
Kappa statistic 1
Mean absolute error 0
Root mean squared error 0
Relative absolute error 0 %
Root relative squared error 0 %

==== Confusion Matrix ====

```

	a	b	c	d		← classified as
187	0	0	0	0	a	RAL
0	227	0	0	0	b	X
0	0	22	0	0	c	RRL
0	0	0	48	0	d	CL?

Tabla 8.3: Modelo obtenido para la acción en Lengua

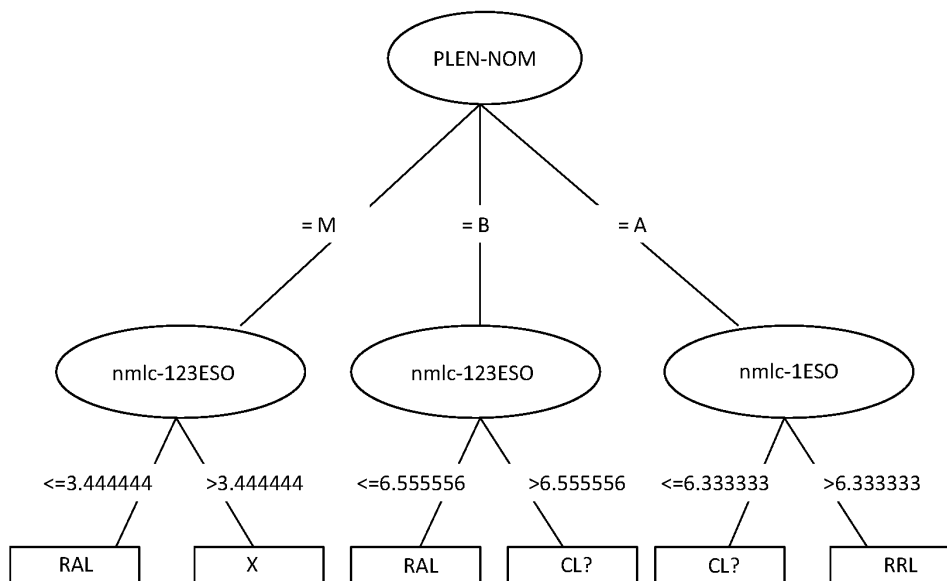


Figura 8.1: Árbol de clasificación Simple-Cart para PLEN-NOM

- Que si PLEN-NOM es M, vemos que “la variación de la nota media en Lengua durante los tres cursos (nmlc-123ESO) se divide a su vez si es menor o mayor que 3.44444, adoptando en cada caso una acción (RAL ó X).
- Que si PLEN-NOM es A, vemos que “la variación de la nota media en Lengua durante el primer curso (nmlc-1ESO) se divide a su vez si es menor o mayor que 6.33333, adoptando en cada caso una acción (CL? ó RRL). Observemos que en esta última rama del árbol de decisión bastó el considerar que en ese curso y en una primera ocasión su nivel era alto.

- Para el atributo AcM

De forma análoga, para el atributo AcM con el mismo procedimiento obtenemos los resultados mostrados en la Tabla 8.4.

```

==== Stratified cross-validation ==== Summary ====
Correctly Classified Instances 484 100 %
Incorrectly Classified Instances 0 0 %
Kappa statistic 1
Mean absolute error 0
Root mean squared error 0
Relative absolute error 0 %
Root relative squared error 0 %

==== Confusion Matrix ====

```

	a	b	c	d		← classified as
177	0	0	0	a		RAM
0	226	0	0	b		X
0	0	28	0	c		RRM
0	0	0	53	d		CM?

Tabla 8.4: Modelo obtenido para la acción en Matemáticas

Observamos en esta Matriz de Confusión que hay 177 alumnos que deben recibir apoyo en Matemáticas (RAM), 226 que obviamos, 28 alumnos que deben recibir refuerzo y por último, 53 alumnos que no desarrollan sus capacidades de forma adecuada y nos cuestionamos el porqué. La estructura de árbol obtenida en la Figura 8.2.

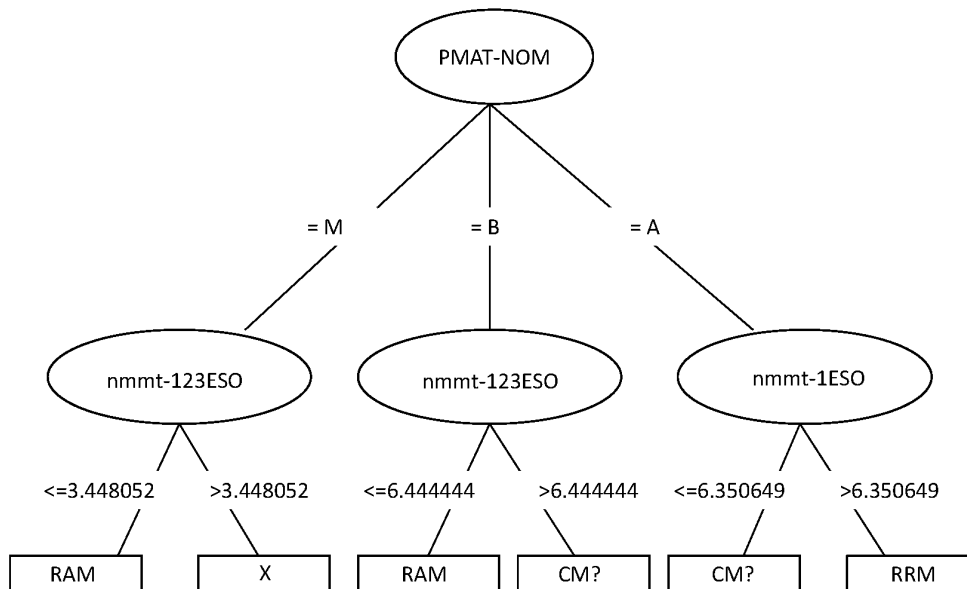


Figura 8.2: Árbol de clasificación Simple-Cart para MAT-NOM

8.3.2 Otros resultados obtenidos

Otros procedimientos de la librería WEKA para los atributos AcL y AcM, muestra resultados análogos como podemos ver en la Tabla 8.5.

Técnica	Atributo estimado	Porcentaje de fiabilidad del modelo
Árboles Random Forest	AcL	88.4298 %
Árboles Random Forest	AcM	90.2893 %
Bayes Net	AcL	87.6033 %
Bayes Net	AcM	85.5372 %
Naive Bayes	AcL	80.7851 %
Naive Bayes	AcM	81.1983 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcL	100.0 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcM	99.7934 %
meta.Bagging	AcL	99.3802 %
meta.Bagging	AcM	98.9669 %
meta.ClassificationViaRegression	AcL	97.5207 %
meta.ClassificationViaRegression	AcM	98.3471 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcL	99.3802 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcM	98.7603 %
rules.JRip	AcL	98.1405 %
rules.JRip	AcM	97.7273 %
rules.Part	AcL	98.9669 %
rules.Part	AcM	99.3802 %
rules.Ridor	AcL	97.9339 %
rules.Ridor	AcM	99.1736 %

Tabla 8.5: Fiabilidad obtenida para diferentes procedimientos de la librería Weka

8.4 Algunas correlaciones destacables

En esta sección mostramos algunas de las correlaciones¹ destacables entre los resultados obtenidos en los tres tipos de tests (Aptitudes, Autoconcepto y Adaptación) y las variables que afectan a los parámetros PLEN y PMAT para los alumnos de Primero de E.S.O..

¹El Coeficiente de Correlación de Pearson r varía entre $[-1,+1]$. Diremos que existe una correlación

- Positiva muy alta (MUY FUERTE) si r toma un valor por encima de 0.75
- Positiva alta (FUERTE) si r toma un valor por encima de 0.35 y por debajo de 0.75
- Negativa muy baja (MUY DEBIL) si r toma un valor por debajo de -0.75
- Negativa baja (DEBIL) si r toma un valor por encima de -0.75 y por debajo de -0.35

Además, solo valoraremos aquellas cuya correlación es estadísticamente significativas ($p < 0,001$) (Sign. Bilateral).

• Correlaciones destacables entre Cociente Intelectual (CI) y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
Muy Fuerte	Muy Fuerte	Muy Fuerte	Fuerte	Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
0.943	0.793	0.792	0.705	0.799	0.702	0.611	0.542	0.503	0.389

ADAPTACION del ALUMNO					
PERSONAL	ESCOLAR	SOCIAL	PADRE	MADRE	HERMANOS
Débil					
-0.267					

LENGUA / MATEMÁTICAS					
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO
Muy Fuerte	Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
0.821	0.923	0.536	0.494	0.538	0.412

• Correlaciones destacables entre Razonamiento Lógico RL y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
	Muy Fuerte	Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
	0.833	0.848	0.718	0.734	0.603	0.459	0.526	0.479	0.357

AUTOCONCEPTO DEL ALUMNO					
AL	SOC	EMOC	FAM	FIS	
Débil					
-0.217					

ADAPTACION del ALUMNO					
PERSONAL	ESCOLAR	SOCIAL	PADRE	MADRE	HERMANOS
Débil					
-0.276					

LENGUA / MATEMÁTICAS					
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO
Muy Fuerte	Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
0.797	0.914	0.452	0.412	0.507	0.333

- Correlaciones destacables entre Relaciones Analógicas RV y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
		Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
		0.567	0.432	0.725	0.456	0.369	0.610	0.427	0.317

LENGUA / MATEMÁTICAS					
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO
Muy Fuerte	Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
0.845	0.765	0.445	0.392	0.421	0.349

- Correlaciones destacables entre Series Numéricas RN y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
			Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
			0.463	0.571	0.524	0.317	0.343	0.338	0.279

ADAPTACION del ALUMNO						
PERSONAL	ESCOLAR	SOCIAL	PADRE	MADRE	HERMANOS	
				Débil		
				-0.229		

LENGUA / MATEMÁTICAS					
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO
Fuerte	Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
0.57	0.808	0.366	0.309	0.431	0.257

- Correlaciones destacables entre Matrices de Figuras RE y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
				Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
				0.436	0.493	0.434	0.276	0.368	0.298

AUTOCONCEPTO DEL ALUMNO					
AL	SOC	EMOC	FAM	FIS	
					Débil
					-0.212

ADAPTACION del ALUMNO					
PERSONAL	ESCOLAR	SOCIAL	PADRE	MADRE	HERMANOS
					Débil
					-0.296

LENGUA / MATEMÁTICAS					
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO
Fuerte	Fuerte		Fuerte	Fuerte	
0.486	0.621	0.274	0.278	0.403	0.171

- Correlaciones destacables entre Completar Oraciones SV y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
					Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
					0.438	0.386	0.657	0.522	0.283

ADAPTACION del ALUMNO					
PERSONAL	ESCOLAR	SOCIAL	PADRE	MADRE	HERMANOS
					Débil
					-0.273

LENGUA / MATEMÁTICAS					
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO
Muy Fuerte	Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
0.863	0.759	0.447	0.399	0.391	0.386

- Correlaciones destacables entre Problemas Numéricos SN y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
						Fuerte 0.304	0.257	Fuerte 0.392	Fuerte 0.283

AUTOCONCEPTO DEL ALUMNO				
AL	SOC	EMOC	FAM	FIS
Fuerte 0.309				

LENGUA / MATEMÁTICAS					
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO
Fuerte 0.447	Fuerte 0.678	Fuerte 0.579	Fuerte 0.556	Fuerte 0.526	Fuerte 0.459

- Correlaciones destacables entre Atención SE y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
								Fuerte 0.309	Fuerte 0.461

LENGUA / MATEMÁTICAS					
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO
Fuerte 0.474	Fuerte 0.494	Fuerte 0.414	Fuerte 0.402	Fuerte 0.345	Fuerte 0.361

- Correlaciones destacables entre Memoria de Relato Oral MA y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
								Fuerte	Fuerte
								0.283	0.266
AUTOCONCEPTO DEL ALUMNO									
AL	SOC	EMOC	FAM	FIS					
				Débil					
				-0.264					
ADAPTACION del ALUMNO									
PERSONAL	ESCOLAR	SOCIAL	PADRE	MADRE	HERMANOS				
		Fuerte	Fuerte						
		0.242	-0.251						
LENGUA / MATEMÁTICAS									
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO				
Muy Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte				
0.767	0.636	0.359	0.296	0.320	0.262				

- Correlaciones destacables entre Memoria Visual MV y

APTITUDES									
RL	Rv	Rn	Re	Sv	Sn	Se	Ma	Mv	De
								Fuerte	
								0.320	
AUTOCONCEPTO DEL ALUMNO									
AL	SOC	EMOC	FAM	FIS					
Fuerte									
0.303									
LENGUA / MATEMÁTICAS									
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO	nmlc-3ESO				
Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte				
0.659	0.638	0.560	0.525	0.502	0.551				

- Correlaciones destacables entre Discriminar Diferencias DE y

APTITUDES									
RL	RV	RN	RE	SV	SN	SE	MA	MV	DE
ADAPTACION del ALUMNO									
PERSONAL		ESCOLAR		SOCIAL		PADRE		HERMANOS	
Fuerte									
0.226				0.242					
LENGUA / MATEMÁTICAS									
PLEN	PMAT	nm1ev-3ESO	nm2ev-3ESO	nmmt-3ESO		nmlc-3ESO			
Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte			Fuerte			
0.581	0.550	0.296	0.258	0.178		0.304			

Modelos para relacionar las acciones en Lengua/Matemáticas y las demás asignaturas

“Toda información es importante si está conectada con otra”. Umberto Eco.

9.1 Introducción

A partir de la información que han aportado las primeras notas del alumno en Lengua y Matemáticas (inteligencias lingüística y lógico-matemática), se sabe que la valoración del rendimiento en esas asignaturas por los departamentos implicados en un instituto de Enseñanza Secundaria, y su posible relación con el resto de asignaturas, permite adoptar diferentes acciones para conseguir su mejora. Mediante el uso de técnicas de MD vamos a proponer y obtener modelos que ayuden a predecir esas acciones a realizar. Usaremos los valores de los predictores PLEN y PMAT definidos en el Capítulo 8, junto a las demás fuentes de información. La idea es comprobar que estos parámetros son buenos predictores para predecir qué acciones realizadas sobre Lengua y Matemáticas afectan al rendimiento de las demás asignaturas.

En concreto, mediante el uso de técnicas de MD queremos proponer modelos que sirvan para predecir las “acciones a realizar” en la mejora del rendimiento académico de los alumnos recién llegados a un centro de secundaria, tomando como punto de partida los resultados obtenidos en el

Capítulo 8, [Muñoz and Cadenas, 2008a]. Y, los modelos deben indicarnos cuales son las influencias que tienen las asignaturas de Matemáticas y Lengua sobre las demás asignaturas. [Muñoz and Cadenas, 2008b].

9.2 Metodología utilizada

Al igual que hicimos en el Capítulo 8, nos centramos en las dos asignaturas fundamentales para el buen rendimiento de los alumnos de la E.S.O. en un Instituto de Educación Secundaria: la Lengua y las Matemáticas. Se midieron las habilidades implícitas a cada una de esas inteligencias (lingüística y lógico-matemática) complementando la información que aportan las primeras notas del alumno en Lengua y en Matemáticas en el primer curso de la E.S.O., más los dos predictores PLEN y PMAT. Toda esta información sirvió para construir el conjunto de datos CA123 como se ha mostrado en el Capítulo 7 (Sección 7.4) pero, en este capítulo, utilizamos únicamente la información referida al primer curso de la E.S.O. con sus correspondientes atributos.

9.3 Modelos obtenidos

En [Muñoz and Cadenas, 2008a] se construyeron dos parámetros, PLEN y PMAT, que resultaron ser buenos predictores del rendimiento académico en Lengua y en Matemáticas y que sabemos afectan a las decisiones a tomar por los departamentos de Orientación, de Lengua y de Matemáticas con un alumno recién llegado al centro educativo. Con estos parámetros y utilizando técnicas de MD obtuvimos modelos que proporcionaron comportamientos relacionales entre diversos atributos asociados a los alumnos. En concreto, utilizamos las acciones a realizar en Lengua (AcL) y las acciones a realizar en Matemáticas (AcM) como atributos a clasificar, obteniendo de forma automática la/s relación/es existente/s entre los demás atributos asociados a los alumnos y dichos atributos. La bondad de estos predictores fue corroborada, entre otras, por la técnica de Árboles de Clasificación implementada en WEKA, [Muñoz and Cadenas, 2008a], obteniendo una fiabilidad por encima del 80 % con diferentes procedimientos de esta librería (ver Capítulo 8). Este modelo relaciona los parámetros PLEN y PMAT, con las valoraciones del rendimiento en Lengua y en Matemáticas, para predecir las acciones a tomar y así aumentar el rendimiento en estas materias.

Como continuación de estos resultados, queremos comprobar de qué manera se ve afectado el rendimiento de las demás asignaturas en base a nuestro conocimiento del rendimiento en Lengua y en Matemáticas, y así comprobar, si las acciones a tomar en Lengua y en Matemáticas aumentan el rendimiento en las demás asignaturas. Para ello, planteamos dos enfoques:

- A) En la primera valoramos las acciones a realizar solo en una de las asignaturas del alumno respecto de su rendimiento y de las acciones a realizar en matemáticas y en lengua, [Muñoz and Cadenas, 2008b].
- B) Y en la segunda incorporamos las acciones a realizar de todas las asignaturas respecto de matemáticas y lengua (según rendimientos medidos de forma numérica y de forma nominal), [Muñoz and Cadenas, 2008b].

9.3.1 Modelo para la relación entre una asignatura y Lengua-Matemáticas

La bondad de los predictores obtenidos fue corroborada, entre otras, por la técnica de Árboles de Clasificación. En concreto, y centrándonos en una asignatura como es Ciencias Naturales (CN), obtenemos altas fiabilidades en diferentes técnicas aplicadas. Los datos de ejecución y los resultados obtenidos con el Árbol de Clasificación J48, [Witten et al., 1999], son los que se comentarán a continuación, referidos a las acciones realizadas en Lengua y en Matemáticas (AcL-CN y AcM-CN). Se ha de puntualizar antes, que para definir, por ejemplo, las acciones a realizar en Ciencias Naturales dependiendo del rendimiento observado en Lengua, los departamentos de Orientación y Lengua tuvieron en cuenta los rendimientos observados en esta asignatura y el valor del parámetro PLEN (análogamente en matemáticas o para el resto de asignaturas). Esto es:

CNef	PLEN	AcL-CN
B	B	RAL-CN
B	M	RAL-CN
B	A	CL?-CN
M	B	RAL-CN
M	M	X
M	A	CL?-CN
A	B	CL?-CN
A	M	X
A	A	RRL-CN

Tabla 9.1: Acciones a tomar en Lengua para mejorar Ciencias Naturales

9.3.1.1 Para el atributo AcL-CN

Los datos de ejecución se muestran en la Tabla 9.2.

```

=== Run information ===
Scheme: weka.classifiers.treweka.classifiers.trees.J48 -C 0.25 -M 2
Relation: CA123.txt
Test mode: 10-fold cross-validation (validación cruzada de 10 capas)
    
```

Tabla 9.2: Información para la ejecución de la técnica sobre AcL-CN

Los resultados obtenidos los mostramos en la Tabla 9.3.

PLEN-NOM = M					
CNef \leq 3.6: RAL-CN					
CNef $>$ 3.6: X					
PLEN-NOM = B					
CNef \leq 6.47: RAL-CN					
CNef $>$ 6.47: CL?-CN					
PLEN-NOM = A					
CNef-BMA = A: RRL-CN					
CNef-BMA = M: CL?-CN					
CNef-BMA = B: CL?-CN					
==== Stratified cross-validation ==== Summary ====					
Correctly Classified Instances 480 99.174 %					
Incorrectly Classified Instances 4 0.826 %					
Kappa statistic 0.987					
Mean absolute error 0.0048					
Root mean squared error 0.0555					
Relative absolute error 1.8782 %					
Root relative squared error 15.5473 %					
==== Confusion Matrix ====					
	a	b	c	d	← classified as
233	1	0	0	a	X
1	162	0	0	b	RAL-CN
0	1	48	1	c	CL?-CN
0	0	0	37	d	RRL-CN

Tabla 9.3: Modelo obtenido para AcL-CN

Como observamos en la matriz de confusión, tras recibir apoyo en lengua, hay 233 alumnos que obviamos, hay 162 que deben recibir apoyo en Ciencias Naturales, hay 48 que no desarrollan sus capacidades de forma adecuada y debemos cuestionarnos porqué, y hay 37 que deben reforzar el nivel en Ciencias Naturales.

Si analizamos este modelo, vemos que el atributo PLEN-NOM (parámetro PLEN con valores nominales) puede tomar los valores B (bajo), M (medio) y A (alto), y según la rama que elijamos observamos:

- Que si PLEN-NOM = B, vemos que “la variación de la nota media en Ciencias Naturales” (CNef) se divide a su vez si es menor o mayor que 6.47, adoptando en cada caso una acción (RAL-CN ó CL?-CN).

- Que si PLEN-NOM = M, vemos que “la variación de la nota media en Ciencias Naturales” (CNef) se divide a su vez si es menor o mayor que 3.6, adoptando en cada caso una acción (RAL-CN ó X).
- Que si PLEN-NOM = A, vemos que “la variación de la nota media en Ciencias Naturales” (CNef como nominal) se divide a su vez si es B, M o A, adoptando solo una acción de refuerzo cuando el nivel es alto y nos cuestionamos sus capacidades en Ciencias Naturales en caso contrario (CL?-CN ó RRL-CN).

9.3.1.2 Para el atributo AcM-CN

Para el atributo AcM-CN ocurre algo parecido que con el atributo AcL-CN. Los valores de fiabilidad obtenidos son los que mostramos en la Tabla 9.4.

<pre> ==== Stratified cross-validation ==== Summary ==== Correctly Classified Instances 484 100.0 % Incorrectly Classified Instances 0 0 % Kappa statistic 1 Mean absolute error 0 Root mean squared error 0 Relative absolute error 0 % Root relative squared error 0 % </pre>

Tabla 9.4: Datos del modelo obtenido para AcM-CN

Otros procedimientos de la librería WEKA para los atributos AcL y AcM relacionados con la asignatura de Ciencias Naturales (Tabla 9.5). Por ejemplo, se muestran unos resultados que varían desde el 76.0331 % de fiabilidad de Naive Bayes para AcL-CN, como atributo estimado, hasta el 99.3802 % de rules.Part para el mismo atributo.

9.3.2 Modelo para la relación entre todas las asignaturas y Lengua–Matemáticas

Centrándonos de nuevo en una asignatura como es Ciencias Naturales, obtenemos altas fiabilidades en las diferentes técnicas aplicadas, pero teniendo en cuenta que solo vamos a incluir en la clasificación como atributos a las notas de esa asignatura y a las acciones que se pueden realizar sobre todas las asignaturas en función de las capacidades medidas para PLEN y PMAT. Los datos de ejecución y los resultados obtenidos mediante la técnica de Árboles de Clasificación J48 son los siguientes.

9.3.2.1 Para el atributo AcL

Los datos de ejecución se muestran en la Tabla 9.6.

Técnica	Atributo estimado	Porcentaje de fiabilidad del modelo
Árboles Random Forest	AcL-CN	85.1240 %
Árboles Random Forest	AcM-CN	89.4628 %
Bayes Net	AcL-CN	83.8843 %
Bayes Net	AcM-CN	84.9174 %
Naive Bayes	AcL-CN	76.0331 %
Naive Bayes	AcM-CN	81.1983 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcL-CN	99.1736 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcM-CN	99.7934 %
meta.Bagging	AcL-CN	98.9669 %
meta.Bagging	AcM-CN	99.3802 %
meta.ClassificationViaRegression	AcL-CN	98.1405 %
meta.ClassificationViaRegression	AcM-CN	98.1405 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcL-CN	98.9669 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcM-CN	99.5668 %
rules.JRip	AcL-CN	97.7273 %
rules.JRip	AcM-CN	97.1074 %
rules.Part	AcL-CN	99.3802 %
rules.Part	AcM-CN	99.5668 %
rules.Ridor	AcL-CN	98.1405 %
rules.Ridor	AcM-CN	98.5537 %

Tabla 9.5: Resumen de clasificaciones para AcL-CN y AcM-CN

```

== Run information ==
Scheme: weka.classifiers.trees.J48 -C 0.25 -M 2
Relation: CA123.txt
Test mode:10-fold cross-validation (validación cruzada de 10 capas)

```

Tabla 9.6: Información para la ejecución de la técnica sobre AcL-CN-Todos

El modelo obtenido se muestra en la Figura 9.1 y los resultados del análisis de dicho modelo son los que mostramos en la Tabla 9.7.

Como hemos comentado anteriormente, se ha tratado de buscar como afecta el rendimiento en Lengua y en Matemáticas al rendimiento en las demás asignaturas y ello lo logramos haciendo uso de dos buenos predictores de ese rendimiento, PLEN y PMAT. Para entender un poco mejor las conclusiones, vamos a definir como ejemplo, qué acciones propondría el Departamento de Lengua sobre su asignatura (AcL-CN), mediante las capacidades medidas por el parámetro PLEN, para que se vea afectado el rendimiento de las Ciencias Naturales (esto puede comprobarse siguiendo las distintas ramas del modelo de la Tabla 9.3 para un caso concreto de entrada):

- RAL-CN: Cuando el rendimiento en CN no es lo suficientemente alto respecto de las capacidades medidas por el parámetro PLEN para lengua, se sugiere recibir apoyo en lengua para así favorecer la mejora del rendimiento en CN.

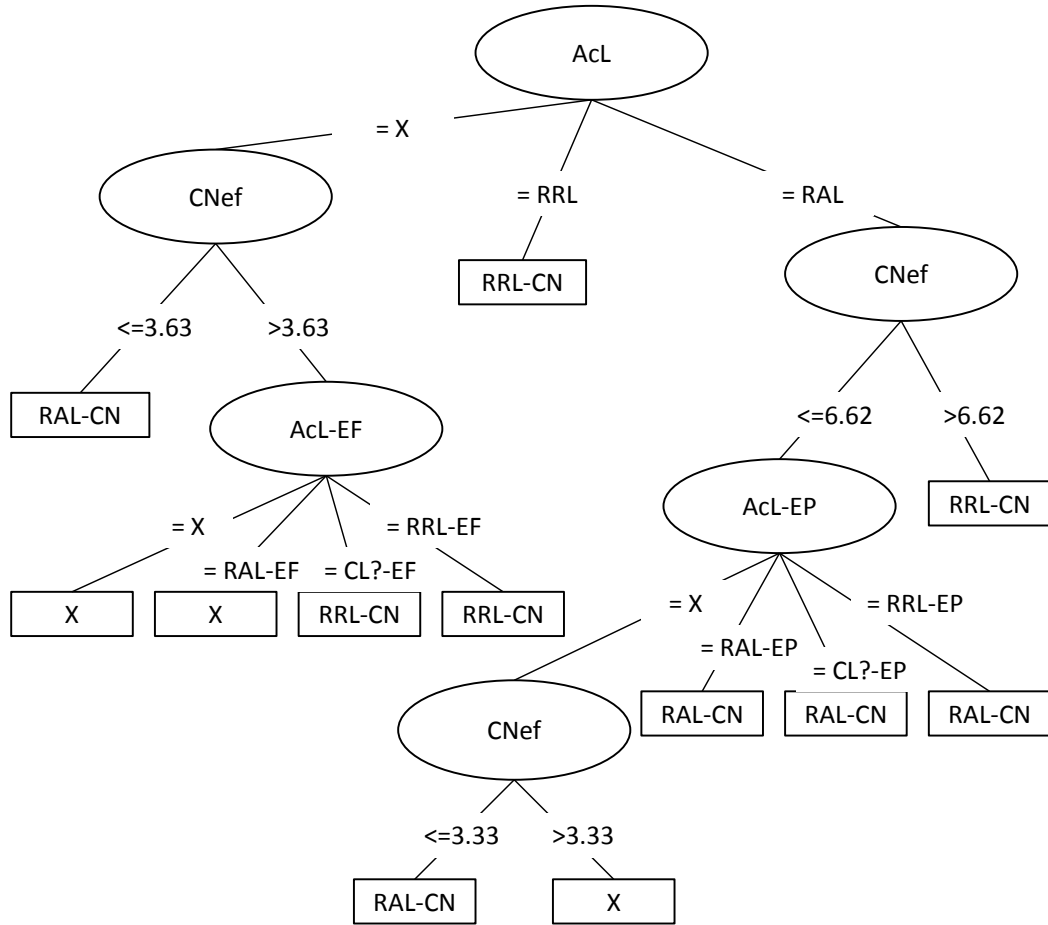


Figura 9.1: Modelo para la predicción entre todas las asignaturas y Lengua sobre CN

==== Stratified cross-validation ==== Summary ====

Correctly Classified Instances 426 97.931 %
 Incorrectly Classified Instances 9 2.069 %
 Kappa statistic 0.9635
 Mean absolute error 0.0131
 Root mean squared error 0.0897
 Relative absolute error 5.7581 %
 Root relative squared error 26.6594 %
 Ignored Class Unknown Instances 49

==== Confusion Matrix ====

	a	b	c	d	
229	3	0	1	a	X
2	160	0	1	b	RAL-CN
0	1	0	1	c	CL?-CN
0	0	0	37	d	RRL-CN

← classified as

Tabla 9.7: Modelo obtenido para AcL-CN-Todos

- RRL-CN: Cuando el rendimiento en CN es alto y las capacidades medidas para lengua por PLEN están a la par, es recomendable recibir un refuerzo en lengua para así mantener o mejorar ese alto rendimiento en CN.
- X: Cuando el rendimiento en CN está dentro de unos valores medios o altos y las capacidades medidas en lengua rondan valores medios, la acción para mejorar ese rendimiento será por el momento no actuar en lengua.
- CL?-CN: Si las capacidades medidas en lengua por PLEN son altas y el rendimiento en CN está por debajo de la media, nos cuestionaremos que está ocurriendo en esa asignatura.

Para otras técnicas, los atributos AcL y AcM relacionados con la asignatura de Ciencias Naturales proporcionan fiabilidades que oscilan entre el 86.7769 % de Naive Bayes para el atributo AcM-CN, y el 95.4545 % de meta.Bagging para el mismo atributo.

9.3.3 Otros resultados obtenidos

Otros procedimientos de la librería WEKA aplicados para otras asignaturas muestran resultados análogos como podemos ver en las siguientes tablas.

Técnica	Atributo estimado	Porcentaje de fiabilidad del modelo
Árboles Random Forest	AcL-EP	83.0579 %
Árboles Random Forest	AcM-EP	86.3636 %
Bayes Net	AcL-EP	81.6116 %
Bayes Net	AcM-EP	80.1653 %
Naive Bayes	AcL-EP	72.5207 %
Naive Bayes	AcM-EP	76.8595 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcL-EP	98.9669 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcM-EP	99.7934 %
meta.Bagging	AcL-EP	99.1736 %
meta.Bagging	AcM-EP	99.7934 %
meta.ClassificationViaRegression	AcL-EP	97.1074 %
meta.ClassificationViaRegression	AcM-EP	98.5537 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcL-EP	98.7603 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcM-EP	99.3802 %
rules.JRip	AcL-EP	97.7273 %
rules.JRip	AcM-EP	98.1405 %
rules.Part	AcL-EP	98.5537 %
rules.Part	AcM-EP	98.7603 %
rules.Ridor	AcL-EP	98.1405 %
rules.Ridor	AcM-EP	98.7603 %

Tabla 9.8: Resumen de clasificaciones para AcL-EP y AcM-EP

Técnica	Atributo estimado	Porcentaje de fiabilidad del modelo
Árboles Random Forest	AcL-IN	85.7438 %
Árboles Random Forest	AcM-IN	84.5041 %
Bayes Net	AcL-IN	85.9504 %
Bayes Net	AcM-IN	82.2314 %
Naive Bayes	AcL-IN	74.1736 %
Naive Bayes	AcM-IN	73.1405 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcL-IN	100.0 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcM-IN	99.7934 %
meta.Bagging	AcL-IN	99.7934 %
meta.Bagging	AcM-IN	99.7934 %
meta.ClassificationViaRegression	AcL-IN	98.1405 %
meta.ClassificationViaRegression	AcM-IN	99.1736 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcL-IN	99.3802 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcM-IN	99.1736 %
rules.JRip	AcL-IN	97.9339 %
rules.JRip	AcM-IN	98.3471 %
rules.Part	AcL-IN	98.5537 %
rules.Part	AcM-IN	98.3471 %
rules.Ridor	AcL-IN	97.7273 %
rules.Ridor	AcM-IN	98.7603 %

Tabla 9.9: Resumen de clasificaciones para AcL-IN y AcM-IN

Técnica	Atributo estimado	Porcentaje de fiabilidad del modelo
Árboles Random Forest	AcL-TE	84.0909 %
Árboles Random Forest	AcM-TE	82.438 %
Bayes Net	AcL-TE	82.2314 %
Bayes Net	AcM-TE	81.1983 %
Naive Bayes	AcL-TE	70.8678 %
Naive Bayes	AcM-TE	76.4463 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcL-TE	99.3802 %
meta.AttributeSelectedClassifier	AcM-TE	99.5868 %
meta.Bagging	AcL-TE	99.3802 %
meta.Bagging	AcM-TE	100.0 %
meta.ClassificationViaRegression	AcL-TE	97.5207 %
meta.ClassificationViaRegression	AcM-TE	99.3802 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcL-TE	99.3802 %
meta.OrdinalClassClassifier	AcM-TE	99.3802 %
rules.JRip	AcL-TE	98.1405 %
rules.JRip	AcM-TE	97.9339 %
rules.Part	AcL-TE	97.9339 %
rules.Part	AcM-TE	98.9669 %
rules.Ridor	AcL-TE	98.7603 %
rules.Ridor	AcM-TE	98.7603 %

Tabla 9.10: Resumen de clasificaciones para AcL-TE y AcM-TE

9.4 Comentarios

El objetivo de este capítulo justifica la estrecha relación que guardan los **estándares de aprendizaje** que introduce la LOMCE para cada asignatura con alguna de las siete competencias que existen.

Hay dos tipos de competencias:

- Dos básicas: Lingüística y Matemáticas, Ciencia y Tecnología.
- Cinco transversales: Digital, Aprender a Aprender, Sociales y Cívicas, Iniciativa y Emprendimiento, y Conciencia y Expresión Cultural.

Los estándares de aprendizaje son el nuevo elemento incluido por la LOMCE a los elementos del currículo. Son concreciones de los criterios de evaluación que hacen posible especificar los objetivos que el alumno debe conseguir al final de cada etapa. O sea: lo que debe saber y saber hacer al final de cada curso en cada asignatura.

En la Tabla 9.11, mostramos un ejemplo de la relación de los estándares de aprendizaje evaluables y competencias básicas para un criterio de evaluación extraído de la asignatura de Educación Física de 4º de E.S.O. en el bloque I “Condición Física Orientada a la Salud”.

Nº	Criterios de Evaluación	Nº EST	Estándares de aprendizaje evaluables	Básicos	C1	C2	C3
1	Argumentar la relación entre los hábitos de vida y sus efectos sobre la condición física, aplicando los conocimientos sobre actividad física y salud	1.1.	Demuestra conocimientos sobre las características que deben reunir las actividades físicas con un enfoque saludable y los beneficios que aportan a la salud individual y colectiva	1	CMCT	CSC	AA

Tabla 9.11: Ejemplo de relación Estándares-Competencias. Extracto del Bloque 1 de Educación Física, Condición física orientada a la salud.

CODIGOS de COMPETENCIAS BÁSICAS: Competencia Lingüística: CL; Competencia Matemática y Competencias en Ciencia y Tecnología: CMCT; Competencia Digital: CDIG; Aprender a Aprender: AA; Sentido de Iniciativa y Espíritu Emprendedor: SIEE; Competencias Sociales y Cívicas: CSC; Conciencia y Expresiones culturales: CEC.

CAPÍTULO
10

Validación de los Predictores del Rendimiento Académico usando Análisis de Componentes Principales

Pregunta Alicia: — “¿Me podrías indicar por favor hacia dónde tengo que ir desde aquí?”.

Responde el gato: — “Eso depende de a dónde quieras llegar”, contestó el gato.

Alicia: — “A mi no me importa demasiado a dónde”...empezó a explicar Alicia.

Gato: — “En ese caso, da igual hacia donde vayas”. Interrumpió el gato.

Alicia: — “...siempre que llegue a alguna parte”. Terminó Alicia a modo de conclusión.

Gato: — “¡Oh! Siempre llegarás a alguna parte”. Dijo el gato. “Si caminas lo suficiente”.

Alicia en el País de las Maravillas. Lewis Carroll.

10.1 Predictores para el rendimiento académico

Mediante el uso de técnicas de MD, [Muñoz and Cadenas, 2008a] (Capítulo 8), se han obtenido y confirmado que determinados parámetros son buenos predictores de las acciones a realizar con cada alumno aportando resultados que superan el 80 % de conformidad. El objetivo era tratar de ayudar a predecir mediante el valor de estos parámetros qué acciones se deben realizar para mejorar inicialmente el rendimiento en Lengua y en Matemáticas. En [Muñoz and Cadenas, 2008b] (Capítulo 9), buscando la mejora del rendimiento escolar, entendimos que un modelo predictivo podría ser estimar el rendimiento académico de un alumno en función de su rendimiento en Lengua o en Matemáticas. Este modelo clasificaba a los alumnos, en base a unos parámetros y

en función de una serie de acciones que se deben aplicar para que su rendimiento mejore. Además, este modelo indicaba cuales eran las influencias que tienen las asignaturas de Matemáticas y Lengua sobre las demás asignaturas. Para llegar a conseguir estos modelos, se utilizaron unos conjuntos de datos generadas a partir de la documentación de los departamentos de un centro escolar (la información que aportan los tres tests psicométricos proporcionando información sobre las capacidades, el autoconcepto y la adaptación de alumno, y su información académica/personal) (Capítulo 7).

Además, como se indicó en el Capítulo 8, se construyen los parámetros PLEN y PMAT como promedio de las subescalas relacionadas con las capacidades medidas en estas asignaturas y centradas en dos de las inteligencias que Gardner preconiza: la lingüística y la lógico–matemática.

- Subescala 1: Analogías Verbales; Memoria Visual Ortográfica; Memoria de Relato Oral; Atención - Discriminar diferencias; Completar oraciones.
- Subescala 2: Razonamiento lógico; Series Numéricas; Problemas Numéricos; Memoria Visual Ortográfica; Memoria de Relato Oral; Atención - Discriminar diferencias.

En [Muñoz and Cadenas, 2008a,b], se mostró que la técnica árboles de Decisión obtenía una fiabilidad por encima del 80 %.

Ahora nos proponemos validar esa estimación mediante un análisis de componentes principales para el valor de cada una de las acciones a tomar tanto en Lengua como en Matemáticas. A partir de esta técnica estadística de análisis multivariante podemos constatar la existencia de estructuras subyacentes dentro del conjunto de datos, plasmadas a través de una serie de factores básicos e intrínsecos a la acción valorada como atributo a clasificar. Asimismo, a partir de estos factores podremos estudiar los patrones de comportamiento de los alumnos en relación con su rendimiento académico en Lengua y en Matemáticas, y analizar las posibles causas si las hubiere.

10.2 Metodología aplicada y conjunto de datos

A partir del conjunto de datos con toda la información relevante seleccionada de los alumnos, obtuvimos modelos que proporcionan comportamientos relacionales entre los distintos atributos asociados a los alumnos. En concreto, utilizamos las acciones a realizar en Lengua (AcL) y las acciones a realizar en Matemáticas (AcM) como los atributos a clasificar, y obtuvimos la/s relación/es existente/s entre los demás atributos asociados a los alumnos y dichos atributos.

Tras esa clasificación, nos interesa ahora comprobar el comportamiento de los atributos clasificados según el rendimiento de los alumnos en base a los datos aportados. Por ejemplo, si el atributo AcL toma en la clasificación el valor RAL (recibir apoyo en lengua), podemos analizar

mediante el análisis factorial qué factores intervienen y qué variables agrupa cada factor. Y podemos comprobar también si, para los ocho valores de los atributos AcL (RAL, RRL, X, CL?) y AcM (RAM, RRM, X, CM?), se mantiene una estructura análoga o varía en función del rendimiento del alumno. Para realizar este estudio, en este capítulo utilizaremos el conjunto de datos CA1 (Capítulo 7, Sección 7.4).

El objetivo fundamental del Análisis Factorial va ser doble, [Rúa, 2001]:

1. Reducir la dimensión original del conjunto de variables, de modo que dicho conjunto pueda sustituirse por un número menor de variables, denominadas factores, con las que se logra una explicación prácticamente similar a la lograda por el conjunto de variables inicial o de partida. Es decir, se consigue transformar un conjunto de variables interdependientes en un conjunto de variables incorreladas (factores).
2. Detectar la estructura subyacente en el conjunto de datos donde el modelo matemático de esta técnica es similar al de la regresión múltiple, en el que cada variable aparece como combinación lineal de una serie de factores no observables directamente.

10.2.1 Modelo para predecir las acciones

En [Muñoz and Cadenas, 2008a,b] se establecen a priori grupos diferenciados de acciones a tomar con los alumnos de 1º de E.S.O. En función del rendimiento en matemáticas y en lengua, y de las capacidades medidas por PMAT y PLEN, la clasificación ha seleccionado a cada alumno hacia cuatro grupos diferentes para cada asignatura. Así, se plantea la hipótesis de que existan diferencias en cuanto al rendimiento académico de los alumnos según la “acción a realizar” de pertenencia.

Sin embargo, la realidad demuestra que pueden existir alumnos buenos en el peor programa o alumnos malos en el mejor programa. En este sentido, en este capítulo pretendemos establecer grupos diferenciados a posteriori. Es decir, tratar de encontrar grupos muy diferentes entre sí, pero cada grupo integrado por alumnos con un comportamiento similar entre ellos. De este modo cada grupo se corresponderá con una tipología o patrón del comportamiento de rendimiento académico diferente.

Se pretende, por lo tanto, plantear una metodología basada en técnicas de análisis multivariante que nos permitirá establecer una caracterización del rendimiento académico de los alumnos, de modo que aquellos alumnos que pertenezcan a un mismo grupo presentarán características similares y alumnos de grupos diferentes presentarán características muy diferentes. Los grupos se establecen de una forma objetiva, independientemente de cual es su formación originaria, lo que permitirá analizar de una forma más rigurosa las diferentes causas que han podido provocar la pertenencia de cada alumno a cada grupo, y determinar, por supuesto, si la acción que ha sido clasificada ha podido influir o no en dicha pertenencia, [Muñoz and Cadenas, 2009].

Previamente a la determinación de las diferentes tipologías de rendimiento académico también se analizará la interdependencia que exista entre las *acciones*, buscándose grupos de variables dependientes que serán sustituidas por una única variable o factor. A partir de los factores encontrados se llegará a los diferentes grupos o conglomerados que se corresponderán con diferentes patrones de rendimiento académico, [Muñoz and Cadenas, 2009].

10.3 Experimentos y resultados

Al aplicar las técnicas de MD observamos que ambos parámetros PMAT y PLEN son buenos predictores de las acciones a realizar con cada alumno. Todas las técnicas utilizadas obtienen, con un alto grado de fiabilidad, que estos parámetros PMAT y PLEN tiene una relación directa sobre las acciones a realizar. Así, se emplearon diferentes tipos de árboles de clasificación para identificar los posibles predictores relevantes, y los resultados permiten decidir si un alumno debe recibir apoyo en matemáticas o en lengua (RAM o RAL), recibir refuerzo (RRM o RRL), no realizar acción alguna (X) o cuestionarse que ese alumno tiene capacidades pero no las desarrolla (CL? o CM?).

10.3.1 Análisis de componentes principales

Como ya hemos indicado nuestro objetivo consiste en identificar los factores que pueden ser considerados más importantes a la hora de validar las acciones que nos sugiere el rendimiento medido en un alumno y que pueda generar cierta confianza. Para ello utilizamos el Análisis de Componentes Principales (ACP), ya que esta técnica multivariante permite el tratamiento conjunto de las variables observadas reduciendo así el número de datos, y consiguiendo identificar un grupo de variables ficticias formadas a partir de la combinación de las anteriores observadas. De esta forma podremos sintetizar los datos y relacionarlos entre sí, sin hacer ninguna hipótesis previa sobre lo que significa cada factor inicial.

Los componentes principales que se obtienen tras un proceso de cálculo de raíces y vectores característicos de una matriz simétrica tienen como objetivo contener la mayoría de la varianza observada, con lo que se evita conseguir información redundante. Para que esto suceda las variables han de ser incorreladas entre sí y se han de poder expresar como combinación lineal de las variables que realmente han sido observadas. A mayor varianza incorporada en cada una de estas componentes, implica que la misma contiene una mayor cantidad de información.

Así, para este análisis, se han considerado aquellos atributos que tras su valoración se puedan concretar y reducir a un número menor sin perder demasiada información, resumiendo de esta forma los que presentan un peso específico mayor y evitando redundancias que puedan estar contenidas en más de una variable. Tras un análisis descriptivo inicial obtuvimos los estadísticos

que aportaban una información del comportamiento de los datos (esto es media, desviación típica, coeficiente de variación, coeficiente de asimetría y de curtosis). Haciéndose conveniente, a continuación, una transformación de los mismos a través de la función sigmoide

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-a)}$$

donde $a = \frac{x-\mu}{\sigma}$, considerando finalmente un total de 49 atributos para incorporar al modelo.

Para comprobar la conveniencia de la realización de éste análisis, calculamos el Estadístico de Adecuación Muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y aplicamos el test de esfericidad de Bartlett, mostrando estos resultados:

- KMO = 0.714
- Prueba de Esfericidad de Bartlett (PEB)
 - Chi-cuadrado aproximado = 39965.165
 - Sig. = 0.000
 - df = 1176

Se puede comprobar que la adecuación muestral a este análisis no solamente resulta deseable, sino que presenta una buena adecuación a los datos, ya que el estadístico de KMO, que nos indica la proporción de la varianza que tienen en común las variables analizadas, presenta un valor de 0.714, coeficiente aceptable para este tipo de análisis, lo que indicaría una perfecta adecuación de los datos a un modelo de análisis factorial. Mediante la prueba de esfericidad de Bartlett podemos asegurar que si el nivel crítico es superior a 0.05 entonces no podremos rechazar la hipótesis nula de esfericidad. Como podemos comprobar en nuestro análisis la significación es perfecta, ya que obtiene el valor 0.000.

En definitiva, se confirma que existe interdependencia entre las variables, resultando conveniente proceder a su reducción y así evitar información redundante.

El criterio analítico adoptado para determinar el número de factores a retener ha sido el criterio de la media aritmética, según el cual se seleccionan aquellos factores cuyo autovalor exceda el de la media de los autovalores. El autovalor asociado a un factor es precisamente su varianza. Si las variables están tipificadas (como es el caso), los factores seleccionados serán aquellos que presenten un autovalor mayor que la unidad. En la Tabla 10.1 figuran todos los factores seleccionados acompañados de sus autovalores, el tanto por ciento de la varianza, así como la varianza acumulada según el número de factores considerados. El método utilizado ha sido el de componentes principales y se ha procedido a una rotación varimax para ganar interpretabilidad.

Puede observarse en la Tabla 10.1 que si se retienen 11 factores es posible explicar casi un 72 % de la varianza total, lo que es un porcentaje más que aceptable.

Factores	Valores iniciales			Valores tras rotación ortogonal		
	Autovalores	% Var	% acumulado	Total	% Var	% acumulado
1	15.674	31.987	31.987	13.679	27.915	27.915
2	4.767	31.987	31.987	13.679	27.915	27.915
3	2.956	6.033	47.750	2.896	5.911	40.972
4	2.339	4.773	52.523	2.755	5.623	46.594
5	1.930	3.938	56.461	2.077	4.240	50.834
6	1.666	3.400	59.861	2.038	4.159	54.993
7	1.518	3.098	62.959	1.998	4.078	59.070
8	1.208	2.464	65.423	1.727	3.525	62.595
9	1.156	2.360	67.783	1.722	3.513	66.109
10	1.048	2.140	69.923	1.710	3.489	69.598
11	1.009	2.058	71.981	1.168	2.383	71.981

Tabla 10.1: Factores seleccionados y rotación ortogonal

Una breve descripción de las características más significativas de cada uno de los factores encontrados puede ser la siguiente:

FACTOR 1. Se interpreta como el **Factor cuantitativo (F1)**, puesto que las variables que están más correlacionadas con este factor son, en su mayoría, atributos que miden la nota media a lo largo del curso en lengua, en matemáticas y en general (6 atributos): nmef, MATef, LENef, nm1ev, MAT1ev, LEN1ev.

Todos estos atributos presentan correlación positiva, lo que pone de manifiesto que un valor elevado de este factor implica un alto rendimiento en las asignaturas mencionadas. Este factor se hace eco de la parte más cuantitativa del conjunto de atributos.

FACTOR 2. Se interpreta como el **Factor Lógico-Matemático (F2)**, puesto que las variables que están más correlacionadas con este factor son, en su mayoría, atributos de fuerte contenido lógico o matemático (RE, ordenación lógica de matrices de figuras; EF, esfuerzo; PMAT, índice que mide las capacidades del alumno en matemáticas; SN, resolución de problemas numéricos; RL, razonamiento lógico; RN, completar series numéricas; CI, cociente intelectual; y SE, buscar la figura que encaje (orientación espacial).(8 atributos).

Todos los atributos presentan correlación positiva, lo que pone de manifiesto que un valor elevado de este factor implica un alto rendimiento en los atributos mencionados. Este factor se hace eco de la parte más lógica o matemática del conjunto de atributos.

FACTOR 3. Es el **Factor Lingüístico (F3)**, puesto que los atributos que están más correlacionados con este factor lo son de fuerte contenido lingüístico (PLEN, mide las capacidades del

alumno en lengua; MA, memoria de relato oral; RV, analogías verbales; y SV, completar oraciones). Todas estos atributos están correlacionadas positivamente con el factor, de modo que valores altos del mismo suponen un rendimiento alto en esta asignatura. Este factor esta recogiendo la parte lingüística del conjunto total de atributos.(4 atributos).

- FACTOR 4. Se interpreta como **Factor Materno–Filial (F4)**, ya que los atributos correlacionados con este factor son nem, que mide el nivel de estudios de la madre; nh, nos da el número de hermanos en esa familia; pm, codifica la profesión de la madre; y H, proporciona el grado de inadaptación del alumno a sus hermanos. Todos estos atributos presentan correlación positiva, de modo que valores altos del factor implican buenos resultados para estos atributos.(4 atributos).
- FACTOR 5. Representa al **Factor Autoconcepto del alumno (F5)**, al ser los atributos correlacionados con este factor los que miden el autoconcepto del alumno: SOC, mide el autoconcepto del alumno en su faceta social; FAM, en la familiar; FIS, el autoconcepto físico; y AL, mide el autoconcepto académico laboral. Todos estos atributos presentan correlación positiva, de modo que valores altos del factor implican buenos resultados para estos atributos.(4 atributos).
- FACTOR 6. Es el **Factor Edad de los Padres (F6)**. Como su nombre indica, los atributos correlacionados con este factor son em, para la madre, y ep, para el padre. Estos dos atributos presentan correlación positiva, de modo que valores altos del factor implicarán buenos resultados para los atributos.(2 atributos).
- FACTOR 7. Se interpreta como el **Factor Memoria–Rapidez–Atención (F7)**. Los atributos correlacionados con este factor son DE, (atención) buscar diferencias; MV, memoria visual; y RA, rapidez al contestar. Estos atributos presentan correlación positiva, y así, valores altos del factor implican buenos resultados para estos atributos.(3 atributos).
- FACTOR 8. Se interpreta como el **Factor Capacidad de Adaptación (F8)**. Los atributos correlacionados con este factor son P, que mide el grado de adaptación personal del alumno; S, mide la adaptación en su aspecto social; y E, mide la adaptación escolar. Estos atributos también presentan correlación positiva.(3 atributos).
- FACTOR 9. Tenemos ahora el **Factor Paterno (F9)**, ya que los dos atributos correlacionados con este factor son nep, que mide el nivel de estudios del padre y pp, que codifica la profesión del padre. Estos atributos también presentan correlación positiva, de modo que valores altos del factor implican buenos resultados para estos atributos.(2 atributos).
- FACTOR 10. Aquí se interpreta al **Factor Inadaptación a los Padres (F10)**, ya que los atributos correlacionados con este factor son Pa, que mide el grado de inadaptación del alumno al padre; y M, de forma análoga, nos da el grado de inadaptación del alumno a su

madre. Estos atributos presentan correlación positiva, de modo que valores altos del factor implican buenos resultados para estos atributos.(2 atributos).

FACTOR 11. Tenemos el **Factor Inadaptación Familiar y Autoconcepto Emocional (F11)**. Ahora los atributos correlacionados con este factor son F (grado de inadaptación a la familia) y EM (que proporciona el autoconcepto emocional del alumno). Estos atributos presentan correlación positiva un poco más suave, y así valores altos del factor implican buenos resultados para estos atributos.(2 atributos).

En resumen, se ha conseguido sustituir el conjunto global de todos los atributos por 11 factores: Factor cuantitativo (F1), Factor Lógico–Matemático (F2), Factor Lingüístico (F3), Factor Materno–Filial (F4), Factor Autoconcepto del alumno (F5), Factor Edad de los Padres (F6), Factor Memoria–Rapidez–Atención (F7), Factor Capacidad de Adaptación (F8), Factor Paterno (F9), Factor Inadaptación a los Padres (F10) y Factor Inadaptación Familiar y Autoconcepto Emocional (F11).

Por último, procediendo con un análisis de componentes principales particularizado, seleccionando la variable AcM, para cada uno de sus items, y después la variable AcL, también para cada uno de sus cuatro items, tenemos otra distribución de factores parecida a la primera realizada de 11 factores. Solo que ahora los factores que aparecen están íntimamente relacionados con las características que representa cada ACCION para cada alumno, validando así la clasificación hecha por los atributos PLEN y PMAT (Tabla 10.2).

Acción	KMO	% Varianza Explicada
GENERAL	0.714	71.981 %
RRM	0.501	89.038 %
RAM	0.620	72.172 %
X	0.650	75.848 %
CM?	0.491	81.305 %
RRL	0.551	92.975 %
RAL	0.614	73.144 %
X	0.635	73.690 %
CL?	0.581	81.272 %

Tabla 10.2: KMO y Porcentaje de Varianza Explicada para cada ACCION

Veamos, como ejemplo, qué factores aparecerán en el análisis de componentes principales particularizado a que “la variable AcM tome el valor RAM” (recibir apoyo en matemáticas). Acabamos de ver en la Tabla 10.2, que explica el 72,172 % de la varianza. A continuación mostramos

los factores que ayudarán a explicar la necesidad del apoyo hacia ese alumno. Esta es la distribución de esos atributos en nuevos factores (Tabla 10.3).

Factor	Atributos (Gral)	Atributos (RAM)
F1	nmef, MATef, ... (6)	nmef, MATef, (6) + AL
F2	RE, EF, PMAT, SN RL, RN, CI, SE	nem, H, nh, pm
F3	PLEN, MA, RV, SV	PLEN, MA, RV, SV
F4	nem, nh, pm	em, ep
F5	SOC, FAM, FIS, AL	RN, SN, PMAT
F6	em, ep	F, E, S, P
F7	DE, MV, RA	RE, RL, CI, EF
F8	P, S, E	DE, MV, M
F9	nep, pp	FIS, RA, Pa
F10	Pa, M	nep, pp
F11	F, EM	SOC, EM, FAM
F12		P
F13		SE

Tabla 10.3: Factores y sus Atributos (en general) vs Factores y sus Atributos para RAM

CAPÍTULO
11

Análisis Cluster y de Componentes Principales

“En el caos busca la simplicidad y en la discordia, la armonía”. Bruce Lee.

11.1 Introducción

En la enseñanza obligatoria interesa, principalmente, identificar las acciones adecuadas al alumno para que mejore su rendimiento académico. Este nivel de enseñanza es crucial en su desarrollo personal y en su futuro académico. Mediante un análisis cluster y de componentes principales exploramos los datos que nos proporcionan 552 alumnos de E.S.O. (conjunto CA1 del Capítulo 7) para conocer los posibles estados y relaciones con respecto a las acciones a tomar para una mejora del rendimiento. A partir de esta exploración y mediante una técnica predictiva se construirá un sistema de decisión a utilizar por los departamentos docentes, que proporcionará la acción que se debe aplicar al alumno.

11.2 Marco conceptual y objeto de investigación

En [Muñoz and Cadenas, 2008a,b] se analiza la importancia e influencia de las asignaturas de Lengua y Matemáticas en el RA. Además, se construyen modelos predictivos (árboles de decisión) que indican la influencia de las asignaturas de Matemáticas y Lengua sobre las demás asignaturas. En [Muñoz and Cadenas, 2009] se valida esa estimación y modelos mediante un análisis estadístico

constatando la existencia de estructuras subyacentes en el conjunto de datos. En [Muñoz and Cadenas, 2011a] se inicia un estudio para buscar relaciones (patrones) dependientes de las acciones a realizar con el alumno.

Principalmente, en la enseñanza obligatoria, lo que interesa es identificar las acciones adecuadas a cada alumno para que mejore su RA y así conseguir el éxito en la terminación de sus estudios. Este nivel de enseñanza es crucial en el desarrollo personal del alumno y en su futuro académico, y es donde se centran algunos de estos estudios.

Como objetivo principal de este trabajo hemos pretendido analizar los datos de un conjunto de alumnos de E.S.O. de Murcia (España) mediante un análisis de componentes principales y un análisis cluster jerárquico e identificar patrones de correlación y homogeneidad entre atributos y alumnos, [Muñoz and Cadenas, 2011c, 2015]. A partir de este análisis se construirá un sistema basado en reglas que informe, para cada alumno, la acción concreta que se le debe aplicar. El fin es construir un sistema de ayuda a la toma de decisiones por los departamentos implicados.

11.3 Conjunto de datos y métodos utilizados

11.3.1 Muestra del estudio

Utilizamos el conjunto de datos CA1 (Capítulo 7, Sección 7.4) más los predictores PLEN y PMAT. En total, el conjunto de datos consta de 552 instancias, correspondientes a las características medidas de 552 alumnos de los centros de estudio.

11.3.1.1 Transformación de los datos

Realizando un análisis descriptivo inicial de los atributos, obtuvimos los estadísticos que aportaban información del comportamiento de dichos datos (media, desviación típica, coeficiente de variación, coeficiente de asimetría y de curtosis). Con el análisis de estos estadísticos básicos, se hace necesaria una transformación de los mismos a través de la función sigmoide para eliminar el efecto de la escala de medida y así facilitar su interpretación.

11.3.2 Métodos utilizados

El estudio del conjunto de datos se realiza mediante la técnica estadística Análisis de Componentes Principales (ACP) y mediante dos técnicas de MD (análisis cluster y una técnica predictiva de obtención de reglas) que pasamos a describir brevemente.

11.3.2.1 Análisis de Componentes Principales

El ACP es una técnica estadística multivariante que permite el tratamiento de un conjunto de atributos consiguiendo identificar un grupo de variables ficticias que se denominan componentes o factores [Francis and Wills, 1999]. Estas componentes son una combinación lineal de los atributos originales e independientes entre sí. Este proceso se aplica si existen altas correlaciones entre los atributos. Una vez obtenidas las componentes, un elemento muy importante es su interpretación que obtendremos mediante la relación de dichas componentes con sus atributos originales. Por tanto, el objetivo del ACP consiste en detectar la estructura subyacente en el conjunto de atributos.

Para aplicar el ACP a un conjunto de datos, primero se calcula el estadístico de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin y el test de esfericidad de Bartlett. Para determinar el número de componentes se utiliza el criterio de la media aritmética, y para interpretarlas utilizamos la Rotación Factorial (método Varimax con normalización Kaiser). Para ello utilizaremos la herramienta SPSS [Pardo and Ruiz, 2002] que proporciona dichas técnicas.

11.3.2.2 Análisis Cluster

En general, cuando aprendemos un nuevo objeto tratamos de buscar características que puedan describirlo y compararlo con otros objetos conocidos basados en sus similitudes. El clustering es una técnica de MD cuyo objetivo es agrupar atributos o instancias en un conjunto finito de grupos “naturales”. Se trata de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor heterogeneidad entre ellos [Xu and Wunsch II, 2005]. El clustering es un proceso de naturaleza subjetiva, basado en criterios geométricos y se utiliza fundamentalmente como una técnica exploratoria, descriptiva pero no explicativa. La similitud (y la disimilitud) debe ser evaluable de forma clara y significativa. Siguiendo las descripciones realizadas en [Xu and Wunsch II, 2005], son varios los tipos de clustering que podemos definir. De una manera simplificada, tenemos los siguientes: a) Un cluster particional (hard) que intenta crear una k-partición de un conjunto, y b) un cluster jerárquico que intenta construir una estructura en forma de árbol anidado de particiones de un conjunto (la estructura se representa en lo que se conoce como dendograma).

Para validar un cluster debemos definir una serie de criterios. Generalmente, hay distintos criterios como por ejemplo el “single linkage”, “complete linkage” o “average linkage” [Xu and Wunsch II, 2005; Halkidi et al., 2002]. Además, algunas medidas “distancia” o “similaridad” pueden ser la distancia Euclídea, Minkowski, Hamming, etc [Wilson and Martinez, 1997]. Utilizaremos la herramienta SPSS [Pardo and Ruiz, 2002] y la herramienta WEKA [Hall et al., 2009] que proporcionan estas técnicas.

11.3.2.3 Técnica predictiva PART

El método PART genera una lista de decisiones construyendo un conjunto de reglas, [Frank and Witten, 1998], denominadas reglas PART. Las reglas son del tipo “(Condición) \rightarrow y” donde la “condición” es un conjunto de atributos e “y” es la etiqueta clase. Una regla cubre una instancia si los atributos de la instancia satisfacen la condición de la regla. Los sistemas basados en reglas son altamente expresivos y fácilmente interpretables.

11.4 Resultados

11.4.1 Relación de los atributos con el rendimiento académico

11.4.1.1 Aplicando un análisis de componentes principales

Inicialmente, nuestro objetivo consiste en identificar las componentes (factores) que pueden ser consideradas más importantes por existir altas correlaciones entre los atributos. Para ello utilizamos el conjunto de datos sin el atributo de las acciones AcL y AcM. Para comprobar la conveniencia de la realización de un ACP sobre nuestro conjunto de datos, calculamos el Estadístico de Adecuación Muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y aplicamos el test de esfericidad de Bartlett, mostrando estos resultados:

$$\text{KMO}=0.783$$

$$\text{Chi-cuadrado}=17788.67, \text{Sig.}=0.00 \text{ y } \text{df}=595 \text{ (prueba de esfericidad de Bartlett)}$$

Se comprueba que la adecuación muestral a este análisis no solamente es deseable, sino que presenta una buena adecuación a los datos, ya que el estadístico KMO (indica la proporción de la varianza que tienen en común los atributos analizados) presenta un valor de 0.783, coeficiente aceptable para este tipo de análisis, lo que indicaría una adecuación de los datos a un modelo de ACP. Mediante la prueba de esfericidad de Bartlett podemos asegurar que si el nivel crítico es superior a 0.05 entonces no podremos rechazar la hipótesis nula de esfericidad. Como podemos comprobar en nuestro análisis la significación es perfecta, ya que obtiene el valor 0.00. En definitiva, se confirma que existe interdependencia entre los atributos.

El criterio analítico adoptado para determinar el número de factores ha sido el criterio de la media aritmética, según el cual se seleccionan aquellos factores cuyo autovalor excede al de la media de los autovalores. Si los atributos están tipificados (como es el caso), los factores seleccionados serían aquellos que presenten un autovalor mayor que la unidad. En la Tabla 11.1 figuran todos los factores seleccionados acompañados de sus autovalores, la varianza, así como la varianza acumulada según el número de factores considerados.

Puede observarse que a partir del factor 10, el autovalor comienza a ser inferior a la unidad y además el porcentaje de la varianza explicada acumulada es casi un 71 %, lo que es un porcentaje

Factor	Valores iniciales			Valores tras rotación ortogonal		
	Autovalores	% Var	% Acumulado	Total	% Var	% Acumulado
1	8.920	25.512	25.512	8.312	23.749	25.512
2	2.738	7.822	33.334	2.853	8.152	31.901
3	2.614	7.469	40.803	2.671	7.632	39.532
4	2.043	5.836	46.639	1.999	5.710	45.243
5	2.020	5.770	52.410	1.718	4.910	50.133
6	1.678	4.794	57.203	1.679	4.797	54.949
7	1.396	3.988	61.191	1.467	4.192	59.141
8	1.135	3.243	64.435	1.456	4.159	63.300
9	1.118	3.194	67.628	1.359	3.882	67.182
10	1.024	2.927	70.555	1.181	3.373	70.555
11	0.972	2.776	73.332			
12	0.863	2.467	75.799			
13	0.839	2.397	78.196			
14	0.800	2.285	80.481			
15	0.773	2.209	82.690			
16	0.758	2.164	84.854			
17	0.667	1.906	86.760			
18	0.654	1.868	88.628			
19	0.615	1.757	90.385			
20	0.583	1.666	92.051			

Tabla 11.1: Factores seleccionados y rotación ortogonal

más que aceptable en estos tipos de estudios. En la Figura 11.1 se presenta el gráfico de sedimentación de factores que nos sirve también como contraste para conocer el número de factores. Con este criterio se retienen los factores hasta que empieza a reducirse la pendiente.

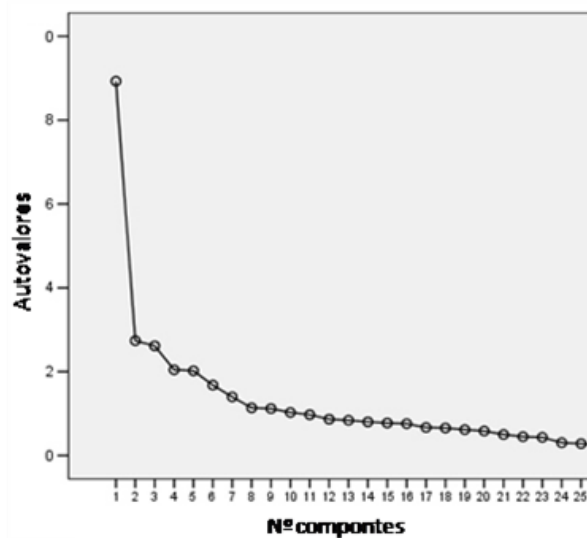


Figura 11.1: Sedimentación de Factores

Para interpretar estos factores utilizamos la Rotación Factorial (método Varimax con normalización Kaiser) que transforma la matriz factorial inicial en otra denominada matriz factorial rotada más fácil de interpretar. Los factores rotados tratan de conseguir que los atributos originales tenga una correlación lo más próxima posible a uno de los factores, y correlaciones próximas a cero con los restantes (consiguiendo correlaciones altas con un grupo de atributos y bajas con el resto). La matriz de factores rotados se muestra en la Tabla 11.2, la cual muestra los valores por encima de 0, marcando en negrita las correlaciones más altas asociadas a cada factor.

Atributos	Factores									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nm1ev	0.968									
nmef	0.968									
LEN1ev	0.946									
LENef	0.944									
MAT1ev	0.920	0.143								
MATef	0.918	0.154								
PMAT	0.195	0.821							0.265	
CI	0.246	0.737								
PLEN	0.160	0.736							0.334	0.122
EF	0.113	0.638								
RE		0.621						0.121		
SE	0.148	0.334				0.223	0.208	0.187	0.298	
nem			0.839					0.200		
nh			0.831						0.142	
H			0.821						0.122	
pm			0.726							
ep				0.979						
em				0.978						
pp					0.910					
nep					0.905					
S					0.106	0.679				
E						0.666		0.100		0.137
P						0.531				
F						0.433				0.365
SOC							0.693			0.150
FAM	0.135						0.632			
FIS							0.504	0.210		
AL	0.252	0.169			0.135		0.381		0.121	
M							0.140	0.768		
Pa								0.733	0.135	
RA		0.139							0.829	
EM							0.115			0.796

Tabla 11.2: Matriz de factores rotados. Correlaciones de los atributos a los distintos factores

Como podemos observar en la Tabla 11.1, las asignaciones de atributos a factores presentan una correlación positiva lo que pone de manifiesto que un valor elevado de las componentes im-

plica un alto rendimiento en los atributos que incorporan. Además, se aprecia que los 5 primeros factores explican casi un 53 % de la varianza. Y en particular, el primero de ellos, el Factor 1 explica un 25.512 %.

Veamos, a continuación, como pueden interpretarse estos factores en función de los atributos que contienen:

- **Factor 1.** Se interpreta como **Factor Cuantitativo** (F1), puesto que los atributos correlacionados son los que miden las notas en lengua, matemáticas y medias de los cursos (6 atributos).
- **Factor 2.** Se interpreta como **Factor Lógico-Matemático-Lingüístico** (F2), puesto que los atributos correlacionados tienen un fuerte contenido lógico/matemático y lingüístico (6 atributos).
- **Factor 3.** Se interpreta como **Factor Materno-Filial** (F3), ya que los atributos correlacionados con este factor están relacionados con la madre y los hijos (4 atributos).
- **Factor 4.** Se interpreta como **Factor Edad de los Padres** (F4). Como su nombre indica, los atributos correlacionados son em y ep (2 atributos).
- **Factor 5.** Se interpreta como **Factor Paterno** (F5), ya que los dos atributos correlacionados son nep y pp (2 atributos).
- **Factor 6.** Se interpreta como **Factor Capacidad de Adaptación** (F6). Los atributos correlacionados son P, S, F y E (4 atributos).
- **Factor 7.** Se interpreta como **Factor Autoconcepto** (F7). Los atributos correlacionados son SOC, FAM, FIS y AL (4 atributos).
- **Factor 8.** Se interpreta como **Factor Inadaptación a los Padres** (F8). Los atributos correlacionados son Pa y M (2 atributos).
- **Factor 9.** Se interpreta como **Factor Rapidez** (F9). El atributo correlacionado es RA (1 atributo).
- **Factor 10.** Se interpreta como **Factor Autoconcepto Emocional** (F10). El atributo correlacionado es EM (1 atributo).

En el Capítulo 10, al realizar el análisis de componentes principales han intervenido los atributos PLEN y PMAT junto con los atributos que los generarán. En este capítulo esos atributos ya no se utilizan para no proporcionar información redundante.

11.4.2 Aplicando un Clustering Jerárquico

Complementamos el ACP con un análisis cluster. Para ello, continuamos con el mismo conjunto de datos CA1 (de 552 instancias) sobre el cual aplicamos el análisis cluster jerárquico con el método “average linkage entre grupos” disponible en la librería WEKA.

Obtenemos el dendrograma de la Figura 11.2 donde se muestra la jerarquía de clusters que se pueden formar a partir de los datos.

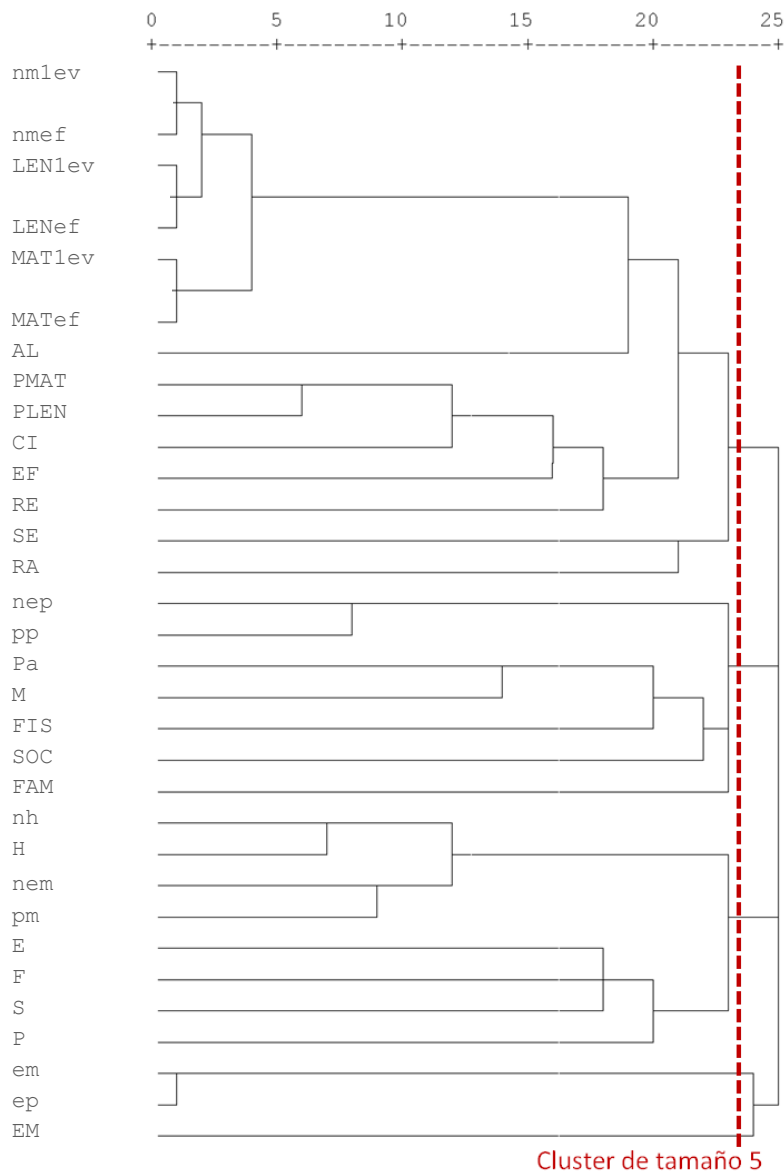


Figura 11.2: Dendrograma usando vinculación promedio entre grupos (average linkage within groups)

En la Figura 11.3 mostramos el comportamiento de los distintos clusters con respecto a la homogeneidad dentro de cada grupo. Cuando la distancia comienza a tener una disminución suave a partir de un tamaño de cluster, ese tamaño es el candidato. La mejor propuesta obtenida es un cluster de tamaño 5 (C_1, C_2, C_3, C_4, C_5).

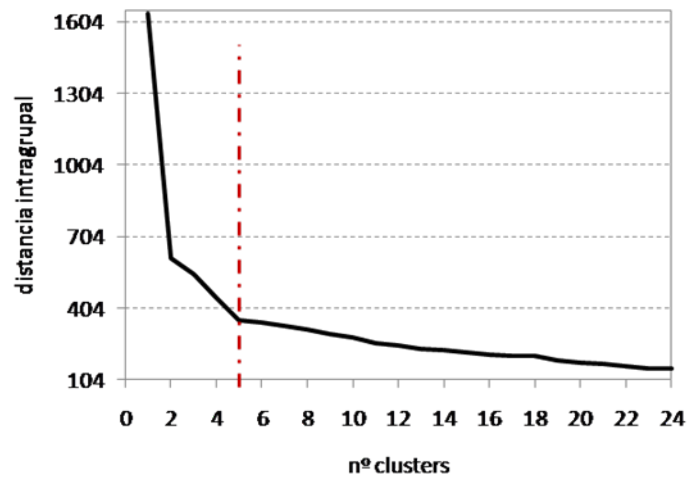


Figura 11.3: Comportamiento de la suma de las distancias intragrupal según el tamaño de los clusters en el análisis clusters de atributos

Analizando el cluster de tamaño 5 en el dendrograma observamos la agrupación de los atributos, y según los factores obtenidos anteriormente, este cluster se ve afectado por uno o más factores. Así, podemos interpretar este clusters como sigue:

1. C1 recoge los factores F1, F2 y F9 más el atributo AL del factor F7. C1 agrupa los ítems vinculados con el ambiente escolar y las capacidades asociadas.
2. C2 coincide con el factor F10. Agrupa los ítems vinculados con el autoconcepto emocional.
3. C3 recoge los factores F5 y F8 más los atributos FIS, SOC y FAM de F7. C3 agrupa los ítems vinculados con el factor paterno, inadaptación a los padres y el autoconcepto físico, social y familiar.
4. C4 recoge los factores F3 y F6. C4 agrupa los ítems vinculados con el factor maternal y la capacidad de adaptación.
5. C5 coincide con el factor F4. Agrupa los ítems vinculados con las fechas de nacimiento de los padres (F4).

Como era de esperar, cada cluster ha agrupado de manera coherente los distintos factores por su similitud y homogeneidad, a diferencia del Factor F7 que es dividido en dos. Pero esto tiene

sentido, dada la fuerte correlación del autoconcepto académico-laboral con el entorno en el que se desarrolla. El análisis cluster extrae de F7 el atributo AL y lo asigna a C1 ya que contiene los atributos más similares con él.

Por tanto, tenemos un conjunto de 10 factores que agrupan los atributos medidos a los alumnos por la correlación existente entre ellos. Además, hemos complementado este análisis con una agrupación de factores por homogeneidad de comportamiento. Tenemos por tanto 5 grupos de atributos que caracterizan el comportamiento de los alumnos.

11.5 Análisis cluster para caracterizar el proceso de aplicación de las acciones por los departamentos

Ahora aplicamos el análisis cluster jerárquico con el método “average linkage entre grupos” sobre el conjunto de datos CA1 (552 instancias) para agrupar las instancias (alumnos) que tengan un comportamiento similar con respecto al atributo de las acciones aplicadas. Para realizar este estudio, aplicamos el análisis cluster tanto al conjunto de datos con las acciones en Lengua (AcL) como al conjunto de datos con las acciones en Matemáticas (AcM).

11.5.1 Analizando el comportamiento cuando el Departamento de Lengua aplica acciones

Realizando un análisis cluster sobre el conjunto de datos CA1 más las acciones a realizar en Lengua (AcL), obtenemos un comportamiento de los distintos cluster (con respecto a la suma de las distancias intragrupal) como se muestra en la Figura 11.4.

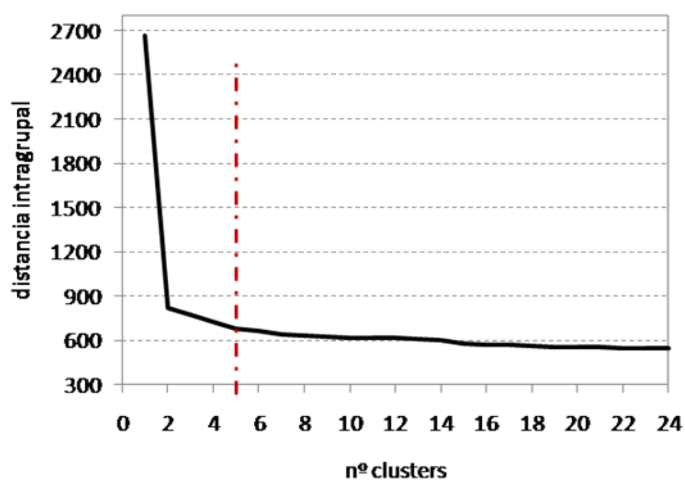


Figura 11.4: Comportamiento de la suma de las distancias intragrupal según el tamaño de los clusters en el análisis clusters de instancias con respecto a la acción AcL

Como podemos observar el cluster de tamaño 5 es donde se empieza a estabilizar la medida (se selecciona como mejor agrupación). Sobre este cluster de tamaño 5, obtenemos el comportamiento del atributo AcL. En la Tabla 11.3 mostramos la distribución de las instancias sobre cada grupo en función de los valores del atributo AcL.

	C1-AcL	C2-AcL	C3-AcL	C4-AcL	C5-AcL
CL?	24.2 %	21.4 %	11.5 %	1.3 %	16.2 %
RAL	1.0 %	0.0 %	0.0 %	98.7 %	4.4 %
X	74.8 %	0.0 %	88.5 %	0.0 %	79.4 %
RRL	0.0 %	78.6 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

Tabla 11.3: Distribución de las instancias en el cluster de tamaño 5 según la acción asignada a cada una de ellas para AcL

Además, cada grupo queda definido por un vector (de tamaño número de atributos) que denominamos “centróide” el cual sirve como representante de cada uno de ellos. En la Tabla 11.4 mostramos dichos centroides del cluster de tamaño 5 para AcL.

11.5.2 Analizando el comportamiento cuando el Departamento de Matemáticas aplica acciones

Realizando el análisis cluster sobre el mismo conjunto de datos pero ahora sobre las acciones a realizar en Matemáticas (AcM) obtenemos un comportamiento de los distintos cluster (con respecto a la suma de las distancias intragrupal) como se muestra en la Figura 11.5.

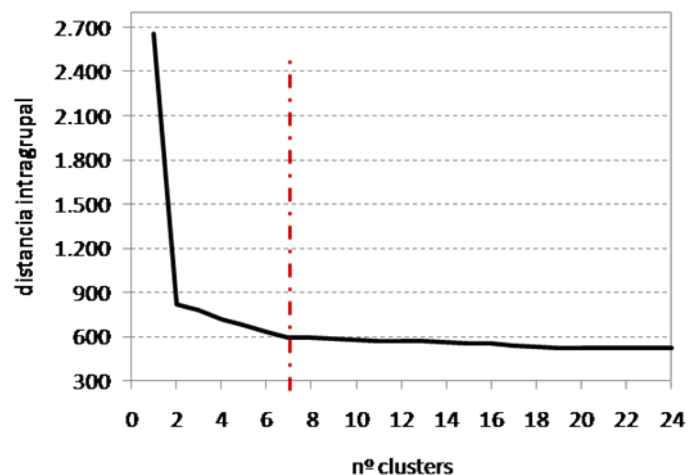


Figura 11.5: Comportamiento de la suma de las distancias intragrupal según el tamaño de los clusters en el análisis clusters de instancias con respecto a la acción AcM

Como podemos observar el cluster de tamaño 7 es donde se empieza a estabilizar la medida (se

	C1-AcL	C2-AcL	C3-AcL	C4-AcL	C5-AcL
nmef	0.7299	0.7872	0.4514	0.3412	0.6521
LENef	0.7281	0.7800	0.4512	0.3418	0.6434
MATef	0.7320	0.7846	0.4459	0.3462	0.6617
nm1ev	0.7298	0.7860	0.4547	0.3393	0.6589
LEN1ev	0.7288	0.7803	0.4547	0.3380	0.6486
MAT1ev	0.7317	0.7837	0.4478	0.3454	0.6648
RE	0.5103	0.6670	0.4996	0.4621	0.5044
EF	0.4790	0.7182	0.5222	0.4446	0.5067
PMAT	0.5068	0.8556	0.5835	0.3749	0.5691
CI	0.5466	0.8083	0.5289	0.4038	0.5411
SE	0.5281	0.6353	0.5166	0.4564	0.5644
PLEN	0.5075	0.8675	0.6186	0.3595	0.5536
nem	0.4069	0.4402	0.4431	0.4924	0.8094
nh	0.4346	0.4499	0.4509	0.4873	0.7802
H	0.4347	0.4702	0.4385	0.4921	0.7532
pm	0.4110	0.4465	0.4249	0.4742	0.7155
SOC	0.5135	0.5133	0.5109	0.4902	0.5248
FAM	0.5699	0.5541	0.4703	0.4847	0.5311
FIS	0.5019	0.5072	0.485	0.4988	0.5786
AL	0.5792	0.6186	0.4975	0.4364	0.5976
em	0.4459	0.4980	0.5388	0.4889	0.5070
ep	0.4585	0.4935	0.5411	0.4867	0.4959
RA	0.5243	0.6404	0.5053	0.4416	0.5501
P	0.4645	0.4480	0.5104	0.5095	0.4407
S	0.4305	0.5482	0.5256	0.5040	0.4601
E	0.4308	0.4471	0.5005	0.5335	0.4198
nep	0.4891	0.4980	0.4872	0.4890	0.4399
pp	0.5214	0.4713	0.4779	0.4892	0.4796
Pa	0.5137	0.5328	0.4949	0.5132	0.5308
M	0.5218	0.5226	0.5051	0.5195	0.5294
F	0.4355	0.4563	0.4949	0.5011	0.4368
EM	0.4457	0.5290	0.5356	0.4993	0.5420

Tabla 11.4: Centroides del cluster de tamaño 5 para AcL

selecciona como mejor agrupación). Sobre este cluster de tamaño 7, obtenemos el comportamiento del atributo AcM. En la Tabla 11.5 mostramos la distribución de las instancias sobre cada grupo en función de los valores del atributo AcM.

	C1-AcM	C2-AcM	C3-AcM	C4-AcM	C5-AcM	AcM-6	AcM-7
CM?	0.0	0.0	1.7 %	1 %	0.0	100 %	0.0
RAM	0.0	0.0	0.0	99 %	0.0	0.0	100
X	100 %	0.0	97.4 %	0.0	100 %	0.0	0.0
RRM	0.0	100 %	0.9 %	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 11.5: Distribución de las instancias en el cluster de tamaño 7 según la acción asignada a cada una de ellas para AcM

Además, cada grupo queda definido por un vector que denominamos “centróide” el cual sirve como representante de cada uno de ellos. En la Tabla 11.6 mostramos dichos centroides del cluster de tamaño 7.

	C1-AcM	C2-AcM	C3-AcM	C4-AcM	C5-AcM	C6-AcM	C7-AcM
nmef	0.773	0.7497	0.4287	0.2354	0.5613	0.6591	0.4486
LENef	0.7682	0.7349	0.4332	0.2452	0.5278	0.6623	0.4504
MATef	0.7577	0.7754	0.4484	0.223	0.5968	0.6863	0.4226
nm1ev	0.7719	0.7495	0.4235	0.2288	0.5696	0.6611	0.4585
LEN1ev	0.7685	0.7355	0.4273	0.2415	0.5345	0.6635	0.4552
MAT1ev	0.7571	0.7745	0.4491	0.2135	0.601	0.6864	0.4304
RE	0.5274	0.6748	0.533	0.4724	0.5267	0.4974	0.398
EF	0.5232	0.7345	0.5417	0.4511	0.5354	0.4719	0.3826
PMAT	0.6099	0.8855	0.6203	0.3781	0.6217	0.391	0.2974
CI	0.5998	0.8225	0.5103	0.4016	0.5489	0.4956	0.3959
SE	0.5384	0.6425	0.5099	0.445	0.5589	0.5486	0.4542
PLEN	0.5936	0.843	0.5753	0.4171	0.5711	0.4417	0.3339
nem	0.4711	0.4819	0.4124	0.5203	0.7437	0.4886	0.4814
nh	0.4964	0.4309	0.4433	0.4719	0.7343	0.5112	0.4895
H	0.5109	0.4772	0.435	0.5134	0.689	0.4848	0.4624
pm	0.4423	0.4297	0.4128	0.4858	0.6973	0.4925	0.458
SOC	0.4786	0.5315	0.5219	0.4557	0.507	0.5178	0.5331
FAM	0.5745	0.5412	0.431	0.439	0.516	0.5353	0.5662
FIS	0.5258	0.4573	0.5022	0.4374	0.5624	0.531	0.5285
AL	0.5972	0.6304	0.4709	0.3711	0.5763	0.5181	0.5259
em	0.4469	0.4617	0.4574	0.5086	0.5618	0.4947	0.5278
ep	0.4657	0.4439	0.4811	0.4985	0.5293	0.5016	0.5199
RA	0.5525	0.6077	0.4789	0.4317	0.5503	0.4949	0.4737
P	0.4747	0.4555	0.5417	0.5169	0.4239	0.4287	0.4967
S	0.4483	0.5156	0.5083	0.5238	0.4944	0.432	0.502
E	0.4063	0.4794	0.4946	0.6158	0.4359	0.4582	0.4709
nep	0.4859	0.4811	0.4836	0.5012	0.4195	0.4776	0.5002
pp	0.5049	0.4528	0.4782	0.5085	0.4528	0.5224	0.4892
Pa	0.5281	0.5553	0.4591	0.5216	0.5258	0.5394	0.5162
M	0.5315	0.5263	0.4923	0.5126	0.534	0.5212	0.5274
F	0.4416	0.4487	0.5081	0.4997	0.4531	0.405	0.5057
EM	0.4754	0.5025	0.5168	0.483	0.5439	0.5256	0.502

Tabla 11.6: Centroides del cluster de tamaño 7 para AcM

CAPÍTULO
12

Construcción de un Sistema de Predicción

“Vacía tu copa para que pueda ser llenada; quédate sin nada para ganar la totalidad”. Bruce Lee.

12.1 Análisis de los resultados obtenidos en capítulos anteriores

En el Capítulo 10 y 11 se ha realizado un ACP sobre los atributos valorados a 552 estudiantes que permite obtener 10 factores que validan y dan sentido al uso de PMAT y PLEN como predictores del RA para matemáticas y lengua, respectivamente. Estos factores marcarán a aquellos atributos que influyen en la valoración de la idoneidad de cada faceta de una determinada configuración didáctica del aprendizaje de un alumno.

A estos factores, se les aplica un cluster jerárquico sobre sus atributos, consiguiendo agrupar los factores en cinco subgrupos en los que impera la homogeneidad dentro del grupo y entre grupos, destacándose el ambiente que les afecta a cada grupo.

Resumiendo, se ha destacado la importancia de los factores Factor cuantitativo (F1), Factor Lógico-Matemático-Lingüístico (F2) y Factor Materno-Filial (F3), que recogen casi el 41 % de la varianza), seguidos del Factor Edad de los Padres (F4), Factor Paterno (F5) y Factor Capacidad de Adaptación (F6) que recogen casi el 17 % de la varianza.

Al analizar los clusters respecto de sus atributos se concluye que

- En C1 predomina el ambiente escolar y capacidades del alumno asociadas: lo forman los factores relacionados con el ambiente escolar (resultados académicos, rapidez, atención o

esfuerzo) y sus capacidades asociadas a lengua y matemáticas y el autoconcepto académico-laboral. Este grupo muestra la relación intrínseca entre las calificaciones obtenidas en Lengua y Matemáticas (F1) con los ítems de los tests relacionados con las capacidades en estas asignaturas (F2). Está clara la fuerte correlación de las capacidades que muestra el estudiante en los tests con sus calificaciones, ligados ambos a su autoconcepto dentro del entorno académico.

- C2 se caracteriza por la presencia del autoconcepto emocional. F10.
- El grupo C3 relaciona el autoconcepto del estudiante en sus facetas física, social y familiar (F7), con el factor paterno (nivel de estudios y profesión del padre, F5) y la inadaptación con los padres (F8). Se sabe que la presencia física en la adolescencia tiene una repercusión social importante que debe ser potenciada desde el ámbito familiar. También, “durante la adolescencia, ocurren cambios y patrones de interacción dentro del sistema familiar, acompañando la maduración de las habilidades del adolescente y en la que es muy importante que los padres contribuyan en la reconstrucción de esa interacción familiar” [Damon and Hart, 1988]. Esa importancia debe venir de la figura de la autoridad paterna. Vemos ahora agrupada la influencia del padre, el grado de inadaptación al padre y a la madre, y el autoconcepto del estudiante.
- También destacar el grupo C4 que muestra la relación entre el factor materno-filial F3 (nivel de estudios y profesión de la madre, número de hermanos y su adaptación a ellos), con las capacidades de adaptación del estudiante en sus facetas física, escolar, social y personal (F6). Sabemos que, habitualmente, ha sido muy fuerte el apego del niño a la madre y la influencia de ésta (principalmente), en la educación de sus hijos y en la capacidad de adaptación de éstos a normas o valores sociales.
- C5 engloba al F4 (edad de los padres).

Esta información puede ser relevante para que los departamentos (sobre todo el de Orientación) puedan tomar las decisiones adecuadas. Cuando aparezcan valores anómalamente bajos o altos en los atributos de determinados factores que afectan a los otros factores relacionados en el cluster, será el momento de actuar.

Además, y a partir de los dos clusters obtenidos de tamaño 5 y 7 para las acciones en Lengua y Matemáticas respectivamente, se contruye un conjunto de reglas sobre las acciones concretas que afectan a las dos asignaturas. Se utiliza el método PART para obtener reglas para AcL y para AcM, que nos dará información de las acciones y de las capacidades valoradas en cada grupo de estudiantes de los cluster.

Sobre el cluster de tamaño 5 para la acción AcL, se obtienen las siguientes reglas PART con una precisión media de 97.17 % (utilizando un 5-fold cross validation) (Tabla 12.1).

C1-AcL	IF PLEN > 0.394494 THEN AcL= X ELSE IF LENef > 0.649611 THEN AcL=CL? ELSE AcL=RAL
C2-AcL	IF LENef > 0.610153 THEN AcL= RRL ELSE AcL= AL?
C3-AcL	IF PLEN ≤ 0.79208 THEN AcL=X ELSE AcL=CL?
C4-AcL	IF PLEN ≤ 0.752841 THEN AcL=RAL ELSE IF LENef ≤ 0.13868 THEN AcL=CL? ELSE AcL=RAL
C5-AcL	IF 0.369487 < PLEN ≤ 0.77409 THEN AcL=X ELSE IF EM > 0.464619 THEN AcL=CL? ELSE IF LENef ≤ 0.687123 THEN AcL=RAL ELSE AcL=CL?

Tabla 12.1: Reglas PART para la acción AcL sobre el cluster de tamaño 5

Se destaca en estas reglas la presencia de los atributos LENef, PLEN y EM, que nos hablan claramente de la fuerte influencia de la trayectoria cognitiva del alumno, así como de su autoconcepto emocional. Y van a ser precisamente estos atributos los que marquen la idoneidad cognitiva a la hora de decidir la acción a tomar en Lengua buscando la mejora de su rendimiento.

Sobre el cluster de tamaño 7 para la acción AcM, obtenemos las siguientes reglas PART con una precisión media de 99.49 % (utilizando un 5-fold cross validation) (Tabla 12.2)

C1-AcM	AcM= X
C2-AcM midrule C3-AcM	AcM=RRM IF PMAT ≤ 0.818546 THEN AcM=X ELSE IF F > 0.377913 THEN AcM=CM? ELSE AcM=RRM
C4-AcM	IF S ≤ 0.882653 THEN AcM=RAM ELSE IF pp > 0.278186 THEN AcM=RAM ELSE AcM=CM?
C5-AcM	AcM=X
C6-AcM	AcM=CM?
C7-AcM	AcM=RAM

Tabla 12.2: Reglas PART para la acción AcM sobre el cluster de tamaño 7

En estas reglas se destaca la presencia de los atributos PMAT, F, S y pp. Donde PMAT valora las capacidades del alumno en matemáticas (trayectoria cognitiva en su faceta lógico–matemática); F, se refiere al grado de inadaptación familiar del alumno y S, al social, afectando ambos a su trayectoria emocional y en la que se puede buscar, por tanto, el grado de idoneidad afectiva del

alumno. En este caso, se da una interacción entre las facetas cognitiva–afectiva para los alumnos de C3 según nos dice esta regla. Los atributos S y pp, afectarán a la trayectoria ecológica y en ella se buscará su idoneidad dentro de la faceta familiar y social, para aquellos alumnos que aparecen agrupados en C4 buscando su mejora en matemáticas.

A partir de los clusters y de las reglas obtenidas sobre ellos, el sistema para la toma de decisiones se va a plantear como sigue.

12.2 Sistema de Predicción

Protocolo de asignación de una acción a un estudiante (denominado NA) por los departamentos Didácticos

1. Construir el vector de tamaño n^o de atributos con los valores correspondientes de los antecedentes académicos del estudiante NA, la información disponible en el centro y los resultados de los distintos tests. Este vector lo denotamos por “InfNA”.
2. En el Departamento de Lengua
 - (a) Calcular las distancias de InfNA a los centroides del cluster para AcL (Tabla 11.4).
 - (b) Elegir el cluster que obtiene la mínima distancia (CAcLNA). Este será el cluster que represente a estudiantes NA.
 - (c) Evaluar las reglas correspondientes al CAcLNA de la Tabla 12.1.
 - (d) La acción de salida se proporciona al departamento de Lengua como una acción que debería ser aplicada al estudiante NA en Lengua.
3. En el Departamento de Matemáticas
 - (a) Calcular las distancias de InfNA a los centroides del cluster para AcM (Tabla 11.6).
 - (b) Elegir el cluster que obtiene la mínima distancia (CAcMNA). Este será el cluster que represente a estudiantes NA.
 - (c) Evaluar las reglas correspondientes al CAcMNA de la Tabla 12.2.
 - (d) La acción de salida se proporciona al departamento de Matemáticas como una acción que debería ser aplicada al estudiante NA en Matemáticas.

12.2.1 Interpretación de los resultados obtenidos por el protocolo

En el entorno en el que se desenvuelve este protocolo, se observa que el ACP y el análisis cluster realizado sobre los atributos nos muestran la relación que guardan entre sí los atributos agrupados en cada cluster (C1–C5) y por factores (F1–F10). Esta información permitirá inicialmente al

Departamento de Orientación de un IES analizar el entorno académico de cada estudiante y ver qué factores afectan a su rendimiento.

Como se ha comprobado, el ACP permite descubrir y priorizar los atributos medidos a los estudiantes de ESO. Y la identificación de los factores muestra cuáles son los aspectos sobre los que se ha de incidir para que el RA mejore. Los atributos disponibles se resumen finalmente en 10 factores. Para complementar los resultados, se realiza un análisis cluster que nos indica la homogeneidad de los atributos, y en concreto, de los factores, que identifican relaciones entre los distintos atributos. Una vez reconocido ese entorno, **cada departamento didáctico** (ya sea Lengua, ya sea Matemáticas), aplicará unas reglas a cada estudiante con arreglo al cluster donde se ha clasificado, pero inducido por la acción que queremos aplicar (AcL ó AcM). Ahora el comportamiento es distinto según la acción. El sistema basado en reglas se ha construido a partir de un análisis cluster sobre las acciones que han sido aplicadas a los estudiantes en Lengua y en Matemáticas buscando la mejora de su RA.

12.2.2 El enfoque EOS en la interpretación de resultados

En este trabajo se acaba de abordar la problemática de como extraer conocimiento de una base de información aportada por los datos de alumnos de E.S.O. Se trata de realizar aquellos cambios en su proceso de enseñanza—aprendizaje que permitan la mejora de su RA. Basando este análisis en el enfoque EOS (Capítulo 5) y pensando, principalmente, en los aspectos de las trayectorias didácticas que intervienen, se tratará de valorar las idoneidades didácticas que observamos que a través de las reglas obtenidas, afectan a la configuración didáctica de su aprendizaje.

Como un desarrollo de la teoría antropológica en didáctica de la matemática, [Chevallard, 1992, 1999], Godino plantea la problemática del diseño educativo en el campo de las didácticas específicas desde la perspectiva aportada por el denominado “enfoque ontosemiótico” del conocimiento y la instrucción matemática (EOS), [Godino et al., 2007]. Y pensando en este enfoque (EOS), se introduce el concepto de idoneidad didáctica pretendiendo elaborar una teoría de diseño instruccional que aporta elementos originales y significativos, orientados a los procesos de enseñanza de las matemáticas y de otras áreas curriculares.

Se pretende construir una teoría de la instrucción en un área con un contenido específico, admitiendo que no puede dar recetas de actuación para cada circunstancia, pero sí principios y criterios generales basados en resultados contrastados por la investigación para los cuales existe consenso en la comunidad científica correspondiente.

Se afirma que: “La enseñanza es relacional. Los profesores, los estudiantes, y el contenido sólo se pueden comprender unos en relación a los otros. El profesor trabaja para orquestar el contenido, las representaciones del contenido, y las interrelaciones de las personas que intervienen en la clase.

Los modos de estar de los estudiantes, sus formas de participación, y su aprendizaje emerge de estas relaciones mutuamente constitutivas. La enseñanza es también multidimensional”, [Franke et al., 2007].

Aparece la **La noción de idoneidad didáctica** como referente en la construcción de esta teoría de instrucción que introduce EOS. Las dimensiones, criterios y un desglose operativo de dicha noción, [Godino et al., 2006b,a] aparece como herramienta que permite el paso de una didáctica descriptiva y explicativa a una didáctica normativa; esto es, una didáctica que se orienta hacia la intervención efectiva en el aula.

La idoneidad didáctica de un proceso de instrucción fue definido en el Capítulo 5 de esta memoria, como la articulación coherente y sistémica de las seis componentes siguientes, [Godino et al., 2007]:

- Idoneidad epistémica, se refiere al grado de representatividad de los significados institucionales implementados (o pretendidos), respecto de un significado de referencia.
- Idoneidad cognitiva, expresa el grado en que los significados pretendidos/ implementados estén en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los significados personales logrados a los significados pretendidos/ implementados.
- Idoneidad interaccional. Un proceso de enseñanza-aprendizaje tendrá mayor idoneidad desde el punto de vista interaccional si las configuraciones y trayectorias didácticas permiten, por una parte, identificar conflictos semióticos potenciales (que se puedan detectar a priori), y por otra parte permitan resolver los conflictos que se producen durante el proceso de instrucción.
- Idoneidad mediacional, grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Idoneidad afectiva, grado de implicación (interés, motivación,...) del alumnado en el proceso de estudio. La idoneidad afectiva está relacionada tanto con factores que dependen de la institución como con factores que dependen básicamente del alumno y de su historia escolar previa.
- Idoneidad ecológica, grado en que el proceso de estudio se ajusta al proyecto educativo del centro, la escuela y la sociedad y a los condicionamientos del entorno en que se desarrolla.

12.2.2.1 Indicadores de la idoneidad didáctica para los modelos que se han ido obteniendo

La noción de idoneidad didáctica se puede aplicar al análisis de un proceso de estudio puntual implementado en una sesión de clase, a la planificación o el desarrollo de una unidad didáctica, o de manera más global, al desarrollo de un curso o una propuesta curricular.

El logro de una alta idoneidad didáctica de un proceso de estudio, como también su valoración, es un proceso sumamente complejo que, como se ha visto, involucra diversas dimensiones, que a su vez están estructuradas en distintas componentes. Tanto las dimensiones como sus componentes no son observables directamente por lo que se hace necesario inferirlos a partir de indicadores empíricos.

El EOS proporciona herramientas para hacer operativa la noción de idoneidad de las configuraciones y trayectorias didácticas en que se puede descomponer un proceso de estudio (matemático), [Godino et al., 2006b], y que fue comentado en el Capítulo 5.

A continuación, se recuerdan brevemente estos conceptos y se relacionan con el estudio objeto de este trabajo.

La Idoneidad epistémica (Tabla 5.10)

Se entiende que un programa formativo, o un proceso de estudio (matemático), tiene mayor idoneidad epistémica en la medida en que los contenidos implementados (o pretendidos) representan bien a los contenidos de referencia. En la Tabla 5.10 ya se incluyeron los componentes y algunos indicadores relevantes que permiten hacer operativa dicha noción de una forma muy genérica.

Un punto central para el logro de una alta idoneidad epistémica será, por tanto, la selección y adaptación de situaciones-problemas o tareas ricas. Sin embargo, aunque estas situaciones constituyen un elemento central, el logro de una idoneidad epistémica alta requiere también **atención**, como propone el EOS, a las diversas representaciones o medios de expresión, definiciones, procedimientos, proposiciones, así como justificaciones de las mismas.

Como se recordará, entre los atributos analizados para conocer las capacidades del estudiante figuraba el atributo denominado **DE** (Atención: Discriminar diferencias) obtenido a partir del test BADyG renovado. Se deberá poner un especial énfasis en el análisis de los resultados producto del sistema de predicción (Tabla 12.1 y Tabla 12.2) cuando valoremos las reglas PART obtenidas y observemos si este atributo es discriminado para ese estudiante en un determinado valor. Ello podrá aportar información sobre su grado de atención y si requiere tomar algún tipo de medidas al respecto para mejorar o no este aspecto. Al ir incluido este atributo, tanto en PLEN como en PMAT, se tomará como referente de la idoneidad epistémica al primero cuando se utilice AcL y el segundo cuando se trate de AcM.

Idoneidad Cognitiva (Tabla 5.11)

Definimos la idoneidad cognitiva como el grado en que los contenidos implementados (o pretendidos) son adecuados para los alumnos, es decir, están en la zona de desarrollo potencial de los alumnos. Por ello, se hace conveniente hacer un análisis más detenido relativo a las características

del ámbito cognitivo específico del procesamiento de la información, es decir de las características relativas a la percepción (capacidades lingüísticas y lógico–matemáticas, o sea PLEN y PMAT), la atención (DE, Atención, discriminar diferencias) y a la memoria (MA, Memoria de Relato Oral y MV, Memoria Visual Ortográfica).

En el marco del EOS se asume que el aprendizaje implica la apropiación de los significados institucionales pretendidos por parte de los estudiantes, mediante la participación en la comunidad de prácticas generada en la clase. Supone el acoplamiento progresivo entre los significados personales iniciales de los estudiantes y los significados institucionales planificados.

El principio de aprendizaje requiere que: “Los estudiantes deben aprender las matemáticas (o cualquier otra asignatura) entendiéndolas, construyendo activamente el nuevo conocimiento a partir de sus experiencias y conocimientos previos”. Y “la evaluación debe apoyar el aprendizaje de matemáticas relevantes y proveer de información útil tanto a profesores como estudiantes”.

Al valorar el grado de idoneidad cognitiva será muy importante observar que nos dicen las reglas obtenidas sobre los parámetros que medían las capacidades en lengua y matemáticas (**PLEN** y **PMAT**) o atributos como **EF** que mide la eficiencia (o el esfuerzo) o **RA** que mide la rapidez.

Idoneidad afectiva (Tabla 5.12)

La emisión de un juicio sobre la mayor o menor idoneidad afectiva del proceso en cuestión se basa en el grado de implicación, interés y motivación de los estudiantes.

Los objetos y procesos afectivos son usualmente considerados como entidades psicológicas, que se refieren a estados o rasgos mentales más o menos estables, o a disposiciones para la acción de los sujetos individuales. El dominio afectivo conlleva, por tanto, una faceta institucional y se concreta en normas de índole afectivo que condicionan el trabajo del profesor.

Aspectos del autoconcepto aportados, por ejemplo, por el atributo **EM** (autoconcepto emocional), nos deben mostrar una información que aclare esta idoneidad. Véase, por ejemplo, la regla PART obtenida sobre el cluster 5 para la Acción a tomar en Lengua.

C5-AcL	IF $0.369487 < \text{PLEN} \leq 0.77409$ THEN AcL=X ELSE IF $\text{EM} > 0.464619$ THEN AcL=CL? ELSE IF $\text{LENef} \leq 0.687123$ THEN AcL=RAL ELSE AcL=CL?
--------	--

En esta regla se nos pone en alerta sobre las capacidades en lengua medidas por el parámetro PLEN, que han quedado fuera de ese intervalo (entre 0.369487 y 0,77409). Se tiene en cuenta que cuando **EM** sea mayor que 0,464619, hemos de cuestionar si esas capacidades se corresponden con los resultados obtenidos y porqué. Ese autoconcepto emocional ha influido de alguna manera sobre

la idoneidad afectiva de este proceso de enseñanza—aprendizaje. Aparece entonces una interacción entre las facetas cognitiva y afectiva, que se podrá medir para los alumnos de este C5.

Aspectos como el autoconcepto y la adaptación del alumno tienen una importancia que debe ser tomada en cuenta al valorar su grado de idoneidad afectiva.

Idoneidad interaccional (Tabla 5.13)

Es el grado en que los modos de interacción permiten identificar y resolver conflictos de significado, favorecen la autonomía en el aprendizaje y el desarrollo de competencias comunicativas. Teniendo en cuenta principios de aprendizaje socio—constructivista ampliamente asumidos se valora positivamente la presencia de momentos en que los estudiantes asumen la responsabilidad de su aprendizaje. La aceptación de este principio de autonomía en el aprendizaje es un rasgo esencial de la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau (1997), en la que las situaciones de acción, comunicación y validación se conciben como momentos adidácticos de los procesos de estudio, esto es, situaciones en las que los alumnos son protagonistas en la construcción de los conocimientos pretendidos.

La toma de decisiones sobre la progresión del estudio, tanto por parte del docente como de los estudiantes, requiere la puesta en práctica de procedimientos de observación y encuesta para una evaluación formativa de los aprendizajes.

En el marco de la Educación Matemática Realista se asume un principio de interacción, según el cual, la enseñanza de las matemáticas es considerada una actividad social. A la hora de analizar las reglas obtenidas por el sistema de predicción se deben, por tanto, tener muy en cuenta todos aquellos aspectos sociales ligados tanto al autoconcepto (**SOC**, autoconcepto social), como a la adaptación del estudiante (**S**, adaptación social).

Idoneidad mediacional (Tabla 5.14)

Se entiende la idoneidad mediacional como el grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales para el desarrollo del proceso de enseñanza—aprendizaje. Se puede considerar que las calculadoras y demás herramientas tecnológicas, como sistemas de cálculo algebraico, software de geometría dinámica, applets, hojas de cálculo y dispositivos de presentación interactiva, son componentes vitales de una educación (matemática) de alta calidad.

Aspectos ligados al entorno del alumno, esto es, lo social, lo familiar o lo escolar, deben cuestionarse al valorar la idoneidad mediacional.

Idoneidad ecológica (Tabla 5.15)

La idoneidad ecológica se refiere al grado en que un plan o acción formativa para aprender (matemáticas) resulta adecuado dentro del entorno en que se utiliza. Por entorno se entiende todo

lo que está fuera del aula, condicionando la actividad que se desarrolla en la misma. Así, nos podemos referir a todo lo que viene, en general, determinado por la sociedad, la escuela, la familia, la pedagogía, o la didáctica (de las matemáticas). Todos los atributos ligados a esos aspectos han de ser tenidos en cuenta a la hora de valorar las reglas obtenidas.

Interacciones entre facetas (Tabla 5.16)

En estos apartados anteriores se han identificado algunos indicadores de idoneidad para las seis facetas que se proponen en el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje (matemático). Dichas facetas no se deben considerar como factores independientes, ya que de hecho existen interacciones entre ellas. Por ejemplo, el uso de recursos tecnológicos determina que se puedan abordar determinados tipos de problemas y las configuraciones de los objetos y los procesos correspondientes, lo que conlleva nuevas formas de representación, argumentación, generalización, etc. Por otro lado, también pueden verse afectadas formas de interacción entre el profesor y los estudiantes, el interés y la motivación, y en definitiva los aprendizajes.

Idoneidad temporal y su relación con las restantes facetas (Tabla 5.17)

El tiempo dedicado a la enseñanza y el aprendizaje, y su gestión por parte del profesor y de los estudiantes, es un componente determinante de la idoneidad didáctica de un proceso de estudio. Este factor ha sido incluido como un recurso más en la faceta mediacional, junto con los recursos tecnológicos. Sin embargo, el tiempo interacciona también con las diversas facetas.

12.2.3 Consecuencias que se obtienen de los modelos obtenidos en los capítulos anteriores

En el Capítulo 8 se ha obtenido que PLEN y PMAT son predictores del rendimiento del estudiante en lengua y en matemáticas, respectivamente. Se observó en estos modelos que

- para PLEN, los atributos nmlc-123ESO y nmlc-1ESO, y
- para PMAT, los atributos nmmt-123ESO y nmmt-1ESO,

van a discriminar las acciones a realizar, respectivamente, en lengua y en matemáticas sobre el alumno. Luego lo que se está viendo es que PLEN y PMAT son predictores, también, de la idoneidad cognitiva de estos estudiantes para estas asignaturas. Recordemos que PLEN es la media aritmética de los atributos RV, MV, MA, DE y SV; y PMAT es la media aritmética de RL, RN, SN, MV, MA y DE.

Se pone de manifiesto, que con estos modelos iniciales se puede valorar el grado de idoneidad cognitiva que el alumno aporta en sus primeras pruebas al incorporarse al IES.

Una vez aceptado esto, en el Capítulo 9, se ha puesto de manifiesto la relación de la lengua y las matemáticas sobre el resto de las asignaturas valoradas. Analicemos esto con más detalle.

Recordemos que en este capítulo se consideran dos Bases de Información:

- (A) En la primera se valoran las acciones a realizar solo en una de las asignaturas del estudiante respecto de su rendimiento y de las acciones a realizar en matemáticas y en lengua.
- (B) Y en la segunda se incorporan las acciones a realizar de todas las asignaturas respecto de matemáticas y lengua (según rendimientos medidos de forma numérica y de forma nominal).

En el primer estudio (A), se considera la relación de lengua y matemáticas sobre cada asignatura por separado (Tabla 12.3).

Acción para mejora de	Técnica utilizada	Atributos afectados	Raíz	Fiabilidad
AcL-CN	J48	LENef-CN, LENef-CN-BMA	PLEN	99.174 %
AcL-CN	SimpleCart	LENef-CN, LENef-CN-BMA	PLEN	99.587 %
AcM-CN	J48	MATef-CN, MATef-CN-BMA	PMAT	100 %
AcM-CN	SimpleCart	MATef-CN, MATef-CN-BMA	PMAT	100 %
AcL-CS	J48	LENef-CS, LENef-CS-BMA, PLEN, AcM-CS	PLEN	100 %
AcL-CS	SimpleCart	LENef-CS, LENef-CS-BMA, PLEN, AcM-CS	PLEN	100 %
AcM-CS	J48	MATef-CS	PMAT	99.793 %
AcM-CS	SimpleCart	MATef-CS, PMAT, AcL-CN, AcM-CS, RN	PMAT	95.454 %
AcL-EF	J48	LENef-EF	PLEN	99.587 %
AcL-EF	SimpleCart	LENef-EF, LENef-EF-BMA, PLEN, AcM-CS	PLEN	98.553 %
AcM-EF	J48	MATef-EF	PMAT	99.174 %
AcM-EF	SimpleCart	MATef-EF, PMAT	PMAT	98.967 %
AcL-EP	J48	LENef-EP	PLEN	98.967 %
AcL-EP	SimpleCart	LENef-EP, PMAT, AcM-EP, SV, RV	PLEN	97.934 %
AcM-EP	J48	MATef-EP, MATef-EP-BMA	PMAT	99.793 %
AcM-EP	SimpleCart	MATef-EP, PMAT	PMAT	99.793 %
AcL-IN	J48	LENef-IN	PLEN	99.587 %
AcM-IN	J48	MATef-IN	PMAT	99.793 %
AcM-IN	SimpleCart	MATef-IN, AcL-IN, PMAT, CI	PMAT	98.347 %
AcL-F2	J48	LENef-F2-BMA	PLEN	98.760 %
AcL-F2	SimpleCart	LENef-F2-BMA, AcM-F2, RV, PMAT	PLEN	96.901 %
AcM-F2	J48	MATef-F2-BMA	PMAT	99.793 %
AcM-F2	SimpleCart	MATef-F2-BMA, PMAT	PMAT	99.380 %
AcL-TE	J48	LENef-TE	PLEN	99.174 %
AcL-TE	SimpleCart	LENef-TE-BMA, AcM-TE, PLEN	PLEN	98.3471 %
AcM-TE	J48	MATef-TE	PMAT	99.587 %
AcM-TE	SimpleCart	MATef-TE, PMAT, RN	PMAT	99.793 %
AcL-MU	J48	LENef-MU, AcM-MU	PLEN	99.174 %
AcL-MU	SimpleCart	LENef-MU, AcM-MU, PLEN	PLEN	98.967 %
AcM-MU	J48	MATef-MU, AcL-MU, PMAT	PMAT	99.174 %
AcM-MU	SimpleCart	MATef-MU, AcL-MU, PMAT	PMAT	99.380 %

Tabla 12.3: Atributos afectados por la acción que mejora una asignatura (AcL-XX, AcM-XX)

A modo de resumen, se puede analizar la Tabla 12.3 y, en ella, salta a la vista que es fundamental conocer la nota de lengua o matemáticas en la primera evaluación para establecer su influencia sobre una determinada asignatura. Además, se sigue manteniendo la influencia de los predictores PLEN y PMAT, al aparecer siempre en el nodo raíz y se reafirma con ello que son predictores de la idoneidad cognitiva del alumno.

Ya en el segundo estudio (B), se incorporan las acciones a realizar de todas las asignaturas respecto de matemáticas y lengua (según rendimientos medidos de forma numérica y de forma nominal), buscando el efecto que ocasionan todas esas asignaturas sobre la AcL-XX o sobre la AcM-XX (ver Tabla 12.4).

Dado que el listado de atributos es ahora más extenso, he optado por obviar la fiabilidad al ser ésta lo suficientemente alta y se han incluido solo los resultados de clasificador J48 al ser similar en fiabilidad a SimpleCart).

Aunque ahora se muestra la relación que a través de la lengua y las matemáticas se ejerce con las acciones sobre cada asignatura, se sigue el mismo criterio que ha sido observado en el caso (A). Esto es, que tanto PLEN como PMAT son buenos predictores de la idoneidad cognitiva.

Acción para mejora de	Atributos afectados	Raíz
AcL-CN AcM-CN	LENef-CN, AcL-EF, AcL-EP MATef-CN-BMA, AcM-EF, AcM-CS	AcL AcM-EF
AcL-CS AcM-CS	LENef-CS, LENef-IN-BMA, AcM-CS MATef-CS, MATef-F2-BMA, AcL-CS	AcL-IN AcM-F2
AcL-EF AcM-EF	LENef-EF, LENef-EP, AcL MATef-EF, MATef-EP, AcL, MATef-IN, AcL-EF	AcL-EP AcM-EP
AcL-EP AcM-EP	LENef-EP, AcM-EP, AcL-IN, AcL-TE, AcL-CS, LENef-F2-BMA, LENef-EP-BMA MATef-EP, AcL-EP, AcM-IN, AcM-TE, AcM-EF, MATef-EP-BMA	AcL-F2 AcM-F2
AcL-IN AcM-IN	LENef-IN, AcM-IN, AcL-EP, AcL-F2, AcM, LENef-EP-BMA, LENef-CS-BMA MATef-IN, AcL-IN, AcM-EP, AcM-CS, MATef-IN-BMA	AcL-CS AcM-TE
AcL-F2 AcM-F2	LENef-F2, AcL-IN, AcL-CS, AcL-EF, MATef MATef-F2, AcL-F2, AcM-EF, AcL, MATef-EP-BMA, MATef-F2-BMA	AcL-EP AcM-EP
AcL-MU AcM-MU	LENef-MU, LENef-CS AcM-MU, AcL-CS, AcL-EF, LENef MATef-MU, AcL-MU, AcM-EF, AcM-TE	LENef-MU AcM-CN
AcL-TE AcM-TE	LENef-MU, LENef-CS AcM-MU, AcL-CS, AcL-EF, LENef MATef-TE, MATef-F2, AcM-IN, AcM-CS	AcL-IN AcM-EP

Tabla 12.4: Atributos afectados por la acción que mejora una asignatura cuando damos la posibilidad de realizar una acción sobre cualquier otra asignatura (AcL-XX, AcM-XX)

En el Capítulo 10, al realizar inicialmente un ACP, aparecen 11 factores de los que se pueden sacar a modo de resumen, las siguientes conclusiones desde el punto de vista que proporciona el enfoque EOS.

FACTOR 1. (Factor Cuantitativo). Está constituido por 6 atributos (nmef, MATef, LENef, nm1ev, MAT1ev, LEN1ev) que son notas del alumno y que por tanto son un reflejo de su actividad cognitiva en determinadas fases del estudio. Nos permitirá valorar la idoneidad cognitiva del proceso de aprendizaje del estudiante.

FACTOR 2. (Factor Lógico-Matemático). Presenta 8 atributos de fuerte contenido lógico o matemático: RE, ordenación lógica de matrices de figuras; EF, esfuerzo o eficiencia; PMAT, índice que mide las capacidades del alumno en matemáticas; SN, resolución de problemas numéricos; RL, razonamiento lógico; RN, completar series numéricas; CI, cociente intelectual; y SE, buscar la figura que encaje (orientación espacial). Estos atributos permiten intervenir en la valoración de la idoneidad cognitiva en su faceta lógico—matemática (CI, RE, SN, SE, RN, RL y PMAT) y en la idoneidad interaccional (EF).

FACTOR 3. (Factor Lingüístico). Presenta 4 atributos que están más correlacionados en este factor con un fuerte contenido lingüístico: PLEN, mide las capacidades del alumno en lengua; MA, memoria de relato oral; RV, analogías verbales; y SV, completar oraciones. PLEN, también permite conocer la idoneidad cognitiva en su faceta lingüística.

Recordemos que los atributos comunes a PLEN y PMAT, —esto es MV (memoria visual ortográfica), MA (memoria de relato oral) y DE (atención)— permiten apreciar, además de la idoneidad cognitiva del estudiante, a su idoneidad interaccional (profesor—alumno—estudio).

FACTOR 4. (Factor Materno—Filial). Los 4 atributos correlacionados de este factor son nem, que mide el nivel de estudios de la madre; nh, nos da el número de hermanos en esa familia; pm, codifica la profesión de la madre; y H, proporciona el grado de inadaptación del alumno a sus hermanos. Son aspectos ligados al entorno personal del alumno y permiten conocer la idoneidad mediacional en sus aspectos social, personal y escolar.

FACTOR 5. (Factor Autoconcepto del alumno). Estos 4 atributos miden el autoconcepto del alumno: SOC, mide el autoconcepto del alumno en su faceta social; FAM, en la familiar; FIS, el autoconcepto físico; y AL, mide el autoconcepto académico laboral. Estos atributos permitirán valorar la idoneidad mediacional, la interaccional, la afectiva o la ecológica.

FACTOR 6. (Factor Edad de los Padres). Estos dos atributos son em, para la madre, y ep, para el padre. Permitirán conocer la idoneidad mediacional y la ecológica.

- FACTOR 7. (Factor Memoria–Rapidez–Atención). Los atributos DE, (atención), MV, (memoria visual) y RA (rapidez al contestar), aportan información sobre la idoneidad cognitiva y la interaccional. La atención es primordial para que el alumno llegue a superar su idoneidad epistémica.
- FACTOR 8. (Factor Capacidad de Adaptación). Los atributos son P, que mide el grado de inadaptación personal del alumno; S, que mide la inadaptación en su aspecto social; y E, que mide la inadaptación escolar. Estos atributos influyen sobre la idoneidad afectiva, la interaccional, la mediacional y la ecológica.
- FACTOR 9. (Factor Paterno). Los dos atributos que presenta son nep, que mide el nivel de estudios del padre y pp, que codifica la profesión del padre; e influyen en la valoración de la idoneidad mediacional del alumno.
- FACTOR 10. (Factor Inadaptación a los Padres). Los atributos correlacionados con este factor son Pa, que mide el grado de inadaptación del alumno al padre; y M, de forma análoga, nos da el grado de inadaptación del alumno a su madre. También afectan a la valoración de la idoneidad mediacional del alumno.
- FACTOR 11. (Factor Inadaptación Familiar y Autoconcepto Emocional). Ahora los atributos correlacionados con este factor son F (grado de inadaptación a la familia) y EM (que proporciona el autoconcepto emocional del alumno). El atributo F influye sobre la idoneidad mediacional; mientras que EM, lo hace claramente sobre la afectiva.

Como se aprecia, estos factores marcarán a aquellos atributos que influyen en la valoración de la idoneidad de cada faceta de una determinada configuración didáctica del aprendizaje del alumno.

12.2.4 Verificando la idoneidad de los resultados obtenidos por el protocolo

Veamos la relación que existe entre trayectorias e idoneidad dentro de la Configuración Didáctica del aprendizaje de un alumno.

A partir de estas relaciones se van a definir unos indicadores para la idoneidad correspondiente, permitiendo que el protocolo antes definido gane en fiabilidad. Para ello, cada alumno valorado en lengua o en matemáticas, proporciona una información en consonancia con el cluster al que pertenece y a las reglas PART obtenidas para ese cluster, que va a ir refrendada por la idoneidad que sus datos decidan.

Veamos en el siguiente apartado como se trabaja con estos indicadores.

12.2.5 Cómo se obtienen y se usan los indicadores definidos

Teniendo en cuenta la información mostrada en la Tabla 12.5, estos serían los atributos a considerar en la valoración de cada tipo de idoneidad:

Relación entre trayectorias e idoneidad en una Configuración Didáctica				
Idoneidad Temporal	Configuración Didáctica	Idoneidad Interaccional	Idoneidad Afectiva	Idoneidad de interacción entre facetas
Temporal-Epistémico	Configuración Epistémica	(Interacciones profesor–alumno–estudio) EF, MA, DE, MV, SOC, S, AL y E Trayectoria Epistémica (procedimientos, lenguajes, conceptos, proposiciones y argumentos)	Autoconcepto y Adaptación Trayectoria Emocional Idoneidad Epistémica DE	Cognitiva-afectiva-interaccional Epistémica-cognitiva-mediacional
Temporal-instruccional	Configuración Instruccional	Red de objetos docentes, discentes y mediacionales	Idoneidad Mediacional P, E, F, S, FIS, FAM, SOC, nem, nep, Pa, M, pm, pp, H, em, ep, nh	Epistémica-cognitiva-afectiva
Temporal-cognitivo	Configuraciones Cognitivas	Trayectoria Cognitiva Aprendizajes construidos	Idoneidad Cognitiva PLEN, PMAT, notas, DE, EF,	Epistémica-ecológica
Temporal-Ecológico		Idoneidad Ecológica SOC, AL, FAM, em, ep, S, E, F	MA, MV, RA, RE, SE	Ecológica-instruccional

Tabla 12.5: Trayectorias e Idoneidades con los atributos que generan indicadores

- Para la **Idoneidad Epistémica**: DE (Atención) que se valora a partir de PLEN y PMAT (según sea de lengua o de matemáticas la acción a realizar sobre el alumno).
- Para la **Idoneidad Cognitiva**: PLEN (es la media aritmética de los parámetros RV , MV, MA, DE y SV), PMAT (es la media aritmética de los parámetros RL, RN, SN, MV, MA

y DE), 6 notas del alumno (nmef, MATef, LENef, nm1ev, MAT1ev, LEN1ev), DE (Atención), EF (eficiencia, esfuerzo) , MA (memoria de relato oral), MV (memoria visual), RE (Razonamiento Espacial), SE (Orientación Espacial) y RA (rapidez).

- Para la **Idoneidad Mediacional**: P, E, F y S (grado de inadaptación personal, escolar, física y social); FIS, FAM y SOC (autoconcepto físico, familiar y social); nem y nep (nivel de estudios de la madre y del padre); Pa, M y H (grado de inadaptación a padre, a madre y a hermanos); pm y pp (profesión de padre y madre); em y ep (edad de padre y madre) y nh (número de hermanos).
- Para la **Idoneidad Interaccional**: EF (eficiencia, esfuerzo), MA (memoria de relato oral), DE (atención), MV (memoria visual), SOC (autoconcepto social), S (inadaptación social), AL (autoconcepto académico laboral) y E (inadaptación escolar); MV, MA y DE se valora a partir de PLEN y PMAT (según sea de lengua o de matemáticas la acción)
- Para la **Idoneidad Afectiva**: Autoconcepto (AL, SOC, FAM, EM y FIS) y grado de inadaptación (P, E, S, F, Pa, M y H).
- Para la **Idoneidad Ecológica**: SOC, AL y FAM (autoconceptos social, académico laboral y familiar); em y ep (edad de madre y padre); S, E y F (grado de inadaptación social, escolar y familiar).

Tomando, ahora, como referente la tabla de Centroides del cluster de tamaño 5 para AcL (Tabla 11.4), se va a considerar para cada alumno, cómo se debe valorar la acción tomada (AcL), dependiendo de la idoneidad que aparece para cada una de las facetas consideradas. Ello se expresa en la Tabla 12.6 y permite con esos valores los cálculos expresados en la Tabla 12.7.

En esas expresiones del cálculo,

- k es el número de atributos en los que la idoneidad IdXx toma el valor 1;
- IdXx-Ci es la idoneidad calculada para el cluster Ci;
- E IdXx-NA es la idoneidad calculada según los datos del alumno NA.

Comparando las Idoneidades obtenidas en el cálculo, vemos la fiabilidad que muestra la aplicación de la acción realizada en lengua (AcL) sobre el alumno NA. Y en ese caso la posible dispersión nos diría sobre qué trayectoria didáctica hemos de revisar la acción realizada sobre este alumno.

	C1- AcL	C2- AcL	C3- AcL	C4- AcL	C5- AcL	IdEp	IdCo	IdMe	IdIn	IdAf	IdEc	InfNA
nmef	0.7299	0.7872	0.4514	0.3412	0.6521	0	1	0	0	0	0	
LENef	0.7281	0.78	0.4512	0.3418	0.6434	0	1	0	0	0	0	
MATef	0.732	0.7846	0.4459	0.3462	0.6617	0	1	0	0	0	0	
nm1ev	0.7298	0.786	0.4547	0.3393	0.6589	0	1	0	0	0	0	
LEN1ev	0.7288	0.7803	0.4547	0.338	0.6486	0	1	0	0	0	0	
MAT1ev	0.7317	0.7837	0.4478	0.3454	0.6648	0	1	0	0	0	0	
RE	0.5103	0.667	0.4996	0.4621	0.5044	0	1	0	0	0	0	
EF	0.479	0.7182	0.5222	0.4446	0.5067	0	1	0	1	0	0	
PMAT	0.5068	0.8556	0.5835	0.3749	0.5691	0	1	0	0	0	0	
CI	0.5466	0.8083	0.5289	0.4038	0.5411	0	1	0	0	0	0	
SE	0.5281	0.6353	0.5166	0.4564	0.5644	0	1	0	0	0	0	
PLEN	0.5075	0.8675	0.6186	0.3595	0.5536	1	1	0	1	0	0	
nem	0.4069	0.4402	0.4431	0.4924	0.8094	0	0	1	0	0	0	
nh	0.4346	0.4499	0.4509	0.4873	0.7802	0	0	1	0	0	0	
H	0.4347	0.4702	0.4385	0.4921	0.7532	0	0	1	0	1	0	
pm	0.411	0.4465	0.4249	0.4742	0.7155	0	0	1	0	0	0	
SOC	0.5135	0.5133	0.5109	0.4902	0.5248	0	0	1	1	1	1	
FAM	0.5699	0.5541	0.4703	0.4847	0.5311	0	0	1	0	1	1	
FIS	0.5019	0.5072	0.485	0.4988	0.5786	0	0	1	0	1	0	
AL	0.5792	0.6186	0.4975	0.4364	0.5976	0	0	0	1	1	1	
em	0.4459	0.498	0.5388	0.4889	0.507	0	0	1	0	0	0	
ep	0.4585	0.4935	0.5411	0.4867	0.4959	0	0	1	0	0	0	
RA	0.5243	0.6404	0.5053	0.4416	0.5501	0	1	0	0	0	0	
P	0.4645	0.448	0.5104	0.5095	0.4407	0	0	1	0	1	0	
S	0.4305	0.5482	0.5256	0.504	0.4601	0	0	1	1	1	1	
E	0.4308	0.4471	0.5005	0.5335	0.4198	0	0	1	1	1	1	
nep	0.4891	0.498	0.4872	0.489	0.4399	0	0	1	0	0	0	
pp	0.5214	0.4713	0.4779	0.4892	0.4796	0	0	1	0	0	0	
Pa	0.5137	0.5328	0.4949	0.5132	0.5308	0	0	1	0	1	0	
M	0.5218	0.5226	0.5051	0.5195	0.5294	0	0	1	0	1	0	
F	0.4355	0.4563	0.4949	0.5011	0.4368	0	0	1	0	1	1	
EM	0.4457	0.529	0.5356	0.4993	0.542	0	0	0	0	1	0	

Tabla 12.6: Cálculo de Idoneidades a partir de los Centroides del cluster de tamaño 5 para AcL

	IdEp	IdCo	IdMe
Ci-AcL	$IdEp-Ci = \sum_k \frac{ Ci-AcL }{ K } IdEp$	$IdCo-Ci = \sum_k \frac{ Ci-AcL }{ K } IdCo$	$IdMe-Ci = \sum_k \frac{ Ci-AcL }{ K } IdMe$
InfNA	$IdEp-NA = \sum_k \frac{ NA-AcL }{ K } IdEp$	$IdCo-NA = \sum_k \frac{ NA-AcL }{ K } IdCo$	$IdMe-NA = \sum_k \frac{ NA-AcL }{ K } IdMe$
	IdIn	IdAf	IdEc
Ci-AcL	$IdIn-Ci = \sum_k \frac{ Ci-AcL }{ K } IdIn$	$IdAf-Ci = \sum_k \frac{ Ci-AcL }{ K } IdAf$	$IdEc-Ci = \sum_k \frac{ Ci-AcL }{ K } IdEc$
InfNA	$IdIn-NA = \sum_k \frac{ NA-AcL }{ K } IdIn$	$IdAf-NA = \sum_k \frac{ NA-AcL }{ K } IdAf$	$IdEc-NA = \sum_k \frac{ NA-AcL }{ K } IdEc$

Tabla 12.7: Cálculo de Idoneidades a partir del Centroides del cluster *i* para AcL sobre el alumno NA

A modo de ejemplo, se ha realizado un análisis de esta situación en la siguiente Figura 12.1, pudiéndose apreciar (destacado en amarillo) varios atributos (PLEN, nem, pm y FAM) que se han distorsionado respecto de los valores del centroide en el cluster C1. Y lo que se desprende de ese análisis para el caso de este estudiante es lo siguiente:

- DIF-IdEp: 0.057; DIF-IdIn: 0.005;
- DIF-IdCo: 0.003; DIF-IdAf: 0.015;
- DIF-IdMe: 0.006; DIF-IdcC: 0.029.

Se concluye, así, que

- El error cometido al valorar las Idoneidades Epistémicas ha sido del 5.75 %
- El error cometido al valorar las Idoneidades Cognitivas ha sido del 0.31 %
- El error cometido al valorar las Idoneidades Mediacionales ha sido del 0.60 %
- El error cometido al valorar las Idoneidades Interaccionales ha sido del 0.55 %
- El error cometido al valorar las Idoneidades Afectivas ha sido del 1.48 %
- El error cometido al valorar las Idoneidades Ecológicas ha sido del 2.91 %

Y quedan por encima del 0 %.

- la Idoneidad Epistémica, debido a que el valor del atributo PLEN (que le afecta directamente) está ligeramente distorsionado respecto del valor de este atributo en el centroide;
- la Idoneidad Afectiva, ya que el atributo FAM presenta una ligera dispersión;
- y la Idoneidad Ecológica, ya que pm y nem afectan directamente al entorno externo del alumno.

Es en estas trayectorias didácticas donde los departamentos didácticos deben incidir para mejorar aquellos aspectos en los que el alumno muestra una deficiencia.

Se debe recordar que la regla PART obtenida para la AcL en C1 era la siguiente:

C1-AcL	IF PLEN > 0.394494 THEN AcL= X ELSE IF LENef > 0.649611 THEN AcL=CL? ELSE AcL=RAL
--------	--

Esta regla afecta a este alumno del ejemplo pero, en la que en su aplicación se han detectado determinadas taras para aquellas trayectorias didácticas en las que error cometido entre las idoneidades es excesivo.

	C1-AcL	Inf-NA	IdEp	IdCo	IdMe	IdIn	IdAf	IdEc	IdEp-C1	IdCo-C1	IdMe-C1	IdIn-C1	IdAf-C1	IdEc-C1	IdEp-NA	IdCo-NA	IdMe-NA	IdIn-NA	IdAf-NA	IdEc-NA
nmeF	0.730	0.677	0	1	0	0	0	0	0	0.730	0	0	0	0	0	0.677	0	0	0	0
LENeF	0.728	0.760	0	1	0	0	0	0	0	0.728	0	0	0	0	0	0.760	0	0	0	0
MATeF	0.732	0.770	0	1	0	0	0	0	0	0.732	0	0	0	0	0	0.770	0	0	0	0
nm1ev	0.730	0.750	0	1	0	0	0	0	0	0.730	0	0	0	0	0	0.750	0	0	0	0
LENe1ev	0.729	0.740	0	1	0	0	0	0	0	0.729	0	0	0	0	0	0.740	0	0	0	0
MAT1ev	0.732	0.760	0	1	0	0	0	0	0	0.732	0	0	0	0	0	0.760	0	0	0	0
RE	0.510	0.480	0	1	0	0	0	0	0	0.510	0	0	0	0	0	0.480	0	0	0	0
EF	0.479	0.470	0	1	0	1	0	0	0	0.479	0	0.479	0	0	0	0.470	0	0.470	0	0
PMAT	0.507	0.550	0	1	0	0	0	0	0	0.507	0	0	0	0	0	0.550	0	0	0	0
CI	0.547	0.560	0	1	0	0	0	0	0	0.547	0	0	0	0	0	0.560	0	0	0	0
SE	0.528	0.520	0	1	0	0	0	0	0	0.528	0	0	0	0	0	0.520	0	0	0	0
PLEN	0.508	0.450	1	1	0	1	0	0	0.508	0.508	0	0.508	0	0	0.450	0.450	0	0.450	0	0
nem	0.407	0.510	0	0	1	0	0	0	0	0	0.407	0	0	0	0	0	0.510	0	0	0
nh	0.435	0.430	0	0	1	0	0	0	0	0	0.435	0	0	0	0	0	0.430	0	0	0
H	0.435	0.440	0	0	1	0	1	0	0	0	0.435	0	0.435	0	0	0	0.440	0	0.440	0
pm	0.411	0.540	0	0	1	0	0	0	0	0	0.411	0	0	0	0	0	0.540	0	0	0
SOC	0.514	0.520	0	0	1	1	1	1	0	0	0.514	0.514	0.514	0.514	0	0	0.520	0.520	0.520	0.520
FAM	0.570	0.357	0	0	1	0	1	1	0	0	0.570	0	0.570	0.570	0	0	0.357	0	0.357	0.357
FIS	0.502	0.510	0	0	1	0	1	0	0	0	0.502	0	0.502	0	0	0	0.510	0	0.510	0
AL	0.579	0.578	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0.579	0.579	0.579	0	0	0	0.578	0.578	0.578
em	0.446	0.500	0	0	1	0	0	0	0	0	0.446	0	0	0	0	0	0.500	0	0	0
ep	0.459	0.460	0	0	1	0	0	0	0	0	0.459	0	0	0	0	0	0.460	0	0	0
RA	0.524	0.540	0	1	0	0	0	0	0	0.524	0	0	0	0	0	0.540	0	0	0	0
P	0.465	0.450	0	0	1	0	1	0	0	0	0.465	0	0.465	0	0	0	0.450	0	0.450	0
S	0.431	0.450	0	0	1	1	1	1	0	0	0.431	0.431	0.431	0.431	0	0	0.450	0.450	0.450	0.450
E	0.431	0.440	0	0	1	1	1	1	0	0	0.431	0.431	0.431	0.431	0	0	0.440	0.440	0.440	0.440
nep	0.489	0.490	0	0	1	0	0	0	0	0	0.489	0	0	0	0	0	0.490	0	0	0
pp	0.521	0.520	0	0	1	0	0	0	0	0	0.521	0	0	0	0	0	0.520	0	0	0
Pa	0.514	0.510	0	0	1	0	1	0	0	0	0.514	0	0.514	0	0	0	0.510	0	0.510	0
M	0.522	0.520	0	0	1	0	1	0	0	0	0.522	0	0.522	0	0	0	0.520	0	0.520	0
F	0.436	0.440	0	0	1	0	1	1	0	0	0.436	0	0.436	0.436	0	0	0.440	0	0.440	0.440
EM	0.446	0.450	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.446	0	0	0	0	0.450	0	0
SUMAS			1	13	17	6	12	6	0.508	7.983	7.984	2.9405	5.8417	2.9594	0.45	8.0267	8.087	2.9077	5.6647	2.7847
									IdEp-C1	IdCo-C1	IdMe-C1	IdIn-C1	IdAf-C1	IdEc-C1	IdEp-NA	IdCo-NA	IdMe-NA	IdIn-NA	IdAf-NA	IdEc-NA
									0.508	0.614	0.470	0.490	0.487	0.493	0.450	0.617	0.476	0.485	0.472	0.464

Figura 12.1: Tratamiento de la Idoneidad para AcL sobre un alumno incluido en el cluster C1

De forma análoga a lo realizado en este apartado para la acción en Lengua en un determinado cluster para un determinado alumno, podemos hacer sobre la Tabla 11.6 de Centroides del cluster de tamaño 7 para AcM. Y con unos cálculos similares, realizar un análisis parecido tratando de localizar aquellas Idoneidades didácticas que ponen de relieve en qué posible trayectoria didáctica tiene su origen un anómalo rendimiento del alumno en matemáticas.

En un futuro, sería interesante poder extender este estudio al resto de asignaturas del currículo.

Parte IV

CONCLUSIONES Y TRABAJOS / APLICACIONES FUTURAS

CAPÍTULO
13

Conclusiones y Trabajos Futuros

“Un maestro nunca es un dador de la verdad, es una guía, un puntero a la verdad que cada estudiante debe encontrar para sí mismo”.

Bruce Lee.

13.1 Conclusiones

Las conclusiones obtenidas durante la elaboración de este proyecto de tesis son las siguientes:

- **Conclusión Principal:** Se han establecido modelos e indicadores que nos orientan y permiten la mejora del RA de los alumnos de E.S.O.,
 - haciendo uso de técnicas de MD,
 - basándonos en un enfoque Onto-Semiótico de la Didáctica, y
 - que sirven de ayuda a los Departamentos Didácticos de un Instituto de Educación Secundaria en la toma de decisiones académicas.
- **Conclusiones Parciales (como fases de la elaboración):**
 1. Estudio y análisis del estado del conocimiento del problema planteado.
 - Conociendo qué es el rendimiento y, en particular, el RA.
 - Qué proyectos, estudios e informes evalúan el RA.
 - Se han identificado los factores que más influyen sobre el RA, otros factores y algunos estudios relacionados.
 - Se ha recordado brevemente qué es la MD y los tipos de técnicas que se manejan.

- Se han mostrado algunos estudios que relacionan la MD y el RA.
2. Se ha permitido conocer como surge el conocimiento durante el proceso de aprendizaje.
 - Justificando la extracción de conocimiento y para ello se ha explicado
 - * como se adquiere el conocimiento (proceso de enseñanza-aprendizaje y teorías);
 - * como se ha desarrollado este proceso de aprendizaje (qué es la didáctica, Teorías recientes: TSD, TAD, EOS).
 - * Modelos teóricos: Trayectorias EOS.
 - Justificando la extracción de conocimiento haciendo uso de la MD.
 3. Se ha procedido a la extracción de conocimiento haciendo uso de la MD.
 - Comentando y explicando como se han construido los conjuntos de datos sobre los que aplicar la MD. Proyectos anuales de la Consejería de Educación y Universidades de la Región de Murcia nos han permitido obtener y trabajar con datos reales de varios centros.
 - Construyendo y describiendo un conjunto de modelos que nos permiten estimar qué acciones realizar sobre los alumnos buscando la mejora del RA, utilizando un conjunto de predictores y relacionando la lengua y las matemáticas con el resto de asignaturas;
 - Tras realizar un análisis factorial de los datos, se ha comprobado
 - * si los atributos que aparecen en los modelos obtenidos pertenecen necesariamente a determinados factores;
 - * y si existen unos atributos predominantes que en cada modelo puedan describir así mismo esos factores,permitiendo de esta manera que los modelos sean aplicables.
 - Se ha realizado un análisis cluster y de componentes principales para llegar a un sistema predictivo.
 - * Aplicando un cluster jerárquico y realizando un análisis para caracterizar el proceso de aplicación de las acciones por los departamentos didácticos.
 - * Tras realizar un análisis de resultados, se ha diseñado un conjunto de reglas.
 4. Se ha procedido a construir un sistema de predicción que nos sirve como protocolo de asignación de una acción a un estudiante por los departamentos Didácticos.
 5. Se han obtenido unas consecuencias del uso del sistema predictivo haciendo uso de la noción de idoneidad didáctica según EOS sobre las reglas obtenidas.

13.2 Trabajos y Aplicaciones Futuras

13.2.1 Predicción, Indicadores y aplicación en la LOMCE

El protocolo que desarrolla el Sistema de Predicción construido en este trabajo, va a permitir a los Departamentos Didácticos de un centro de enseñanza secundaria asignar una acción a un alumno que acaba de iniciar su aprendizaje en este nivel. En este estudio, esa acción se realiza para permitir conocer sus capacidades y mejorar su rendimiento en Lengua y en Matemáticas. En un estudio futuro, ese protocolo del Sistema de Predicción podría ser extendido al resto de las asignaturas del currículo.

Los predictores obtenidos para Lengua y Matemáticas facilitan, además, qué conocimiento aporta la influencia de las acciones realizadas en estas asignaturas sobre el resto de las asignaturas del currículo. Y esto permitirá modificar las acciones sobre el resto de las asignaturas, al conocer la acción previa sobre estas dos asignaturas, todo ello orientado a la mejora del rendimiento académico del alumno.

Una vez conocida la acción aplicada por estos departamentos a ese alumno - y teniendo en cuenta el Enfoque Onto-Semiótico de la Didáctica - el cluster donde ha sido ubicado según protocolo, permitirá, a partir de un conjunto de indicadores, verificar la idoneidad de esa acción (en lengua y en matemáticas). Estos indicadores aportarán información de las trayectorias didácticas del alumno y mostrarán, a su vez, si existe dispersión respecto de los centroides reconocidos para ese cluster. Esa dispersión llevará a los Departamentos Didácticos a reorientar las acciones realizadas en el caso de que sea alta para alguna idoneidad.

La LOMCE propone mejorar la situación académica si el alumno ha mostrado especiales dificultades en su paso por la E.S.O., a través de programas de mejora curricular, denominados Programas de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento (PMAR), en sustitución de los Programas de Diversificación Curricular.

Como una aplicación específica del uso de estos indicadores - y previo a la elaboración del informe pedagógico que utilizará el Departamento de Orientación para tomar su decisión -, podremos trabajar con unos indicadores similares que enriquecen esa información y ayudan en la toma de decisiones. Mi actual puesto de trabajo como asesor técnico docente me permitirá proponer la utilización de estos nuevos indicadores construidos a partir de la información del alumno. La descripción y el uso de los indicadores sugeridos para agilizar la elaboración del informe psicopedagógico, aparece descrita en el siguiente ANEXO: "Comentarios al informe psicopedagógico") dedicado a este tema.

Otra aplicación similar a la descrita en este estudio, pero orientada a buscar la idoneidad didáctica de un libro de texto podría también ser encuadrada en este tipo de estudios realizados bajo el enfoque onto-semiótico. Sería posible la creación de un protocolo para un sistema predictivo sencillo que evaluase la idoneidad didáctica de este recurso. Un trabajo previo a este, ha sido trabajado por una alumna del Máster de Educación Secundaria bajo mi dirección y bajo la óptica EOS, en su Trabajo Fin de Máster (“Análisis de la idoneidad didáctica de un tema de trigonometría en un libro de texto”), abriendo una línea de investigación interesante.

ANEXO: Comentarios al informe psicopedagógico del PMAR

En el informe psicopedagógico que ha de valorar el departamento de orientación aparecen ítems como los siguientes:

3. DESARROLLO GENERAL DEL ALUMNO.-
 - 3.1. Valoración de las capacidades (cognitivas, socio-afectivas, comunicativo-lingüísticas, etc.)
 - 3.2. Nivel de competencia curricular (NCC) en las asignaturas troncales
 - 3.3. Estilo de aprendizaje
4. CONTEXTO ESCOLAR. Aspectos que favorecen o dificultan el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumno (agrupamientos, metodologías, actividades complementarias, actuaciones sobre convivencia, etc.)
5. CONTEXTO SOCIOFAMILIAR
 - 5.1. Datos familiares
 - 5.2. Expectativas familiares para el alumno o alumna
 - 5.3. Aspectos del contexto sociofamiliar que favorecen o dificultan el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumno
 - 5.4. Opinión de los padres o tutores legales acerca de la incorporación del alumno a un PMAR
 - 5.5. Opinión del alumno acerca de la incorporación a un PMAR
6. IDENTIFICACIÓN DE LAS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DEL ALUMNO QUE MOTIVAN SU PROPUESTA PARA UN PMAR

Se observa en el apartado “3.1. Valoración de las capacidades (cognitivas, socio-afectivas, comunicativo-lingüísticas, etc.)”, que la información que aporta el test BADyG midiendo las capacidades del alumno es de gran utilidad y, en particular, PLEN y PMAT como predictores de Lengua y de Matemáticas.

Conviene hacer un análisis más detenido relativo a las características del ámbito cognitivo específico del procesamiento de la información, es decir de las características relativas a la percepción, la atención y a la memoria.

Es evidente que los docentes deberemos analizar específicamente cuáles son las características a nivel cognitivo que presenta nuestro alumno y planificar en función a las conclusiones que obtengamos para que éste pueda realizar las actividades con éxito,

El apartado “3.3. Estilo de aprendizaje” presenta varias cuestiones que persiguen recopilar información sobre el estilo de aprendizaje del alumno. Veamos brevemente la valoración de dichas cuestiones a través de varios indicadores:

- “Coopera con los compañeros en los trabajos de grupo”. Teniendo en cuenta los parámetros medidos en los tests, se observa que este ítem se ve afectado como primer indicador I_1 , por E (adaptación escolar), AL (autoconcepto académico-laboral) y EM (autoconcepto emocional).
- “Mantiene atención durante las explicaciones y las actividades de clase”. En este caso los parámetros DE (atención, discriminar diferencias), MA (memoria de relato oral), MV (memoria visual ortográfica) y P (adaptación personal), permiten conocer este aspecto para el segundo indicador I_2 .
- “Comprende, reflexiona y planifica antes de realizar las actividades”. El tercer indicador I_3 , va a depender de RV (razonamiento verbal), RE (razonamiento espacial), SE (encajar figurar, orientación espacial) y EM (autoconcepto emocional)
- “Necesita apoyo para realizar o terminar los trabajos”. El cuarto indicador I_4 , necesita de la valoración de RA (rapidez), EF (eficacia) y AL (autoconcepto académico-laboral).
- “Extrae la información relevante de un texto”. Ahora son los parámetros SV (completar oraciones), MA (memoria de relato oral), DE (atención, discriminar diferencias) y RV (razonamiento verbal) los que dan valor al indicador I_5 .
- “Busca información complementaria sobre temas de su interés”. Este indicador I_6 necesita conocer la valoración de los parámetros EF (eficacia) y CI (cociente intelectual)
- “Maneja y da explicaciones propias a partir de la información disponible”. El indicador I_7 depende de MA (memoria de relato oral), EF (eficacia) y RV (razonamiento verbal).
- “Aplica lo aprendido a situaciones diferentes a la inicial”. Ahora, los parámetros RV (razonamiento verbal), RL (razonamiento lógico) y EF (eficacia) definen al indicador I_8 .
- “Autoevalúa su trabajo y lo corrige en caso de error”. El indicador I_9 necesita conocer la valoración de AL (autoconcepto académico laboral), EM (autoconcepto emocional), P (adaptación personal) y E (adaptación escolar).

- “Utiliza estrategias para retener y evocar la información”. SV (completar oraciones), MA (memoria de relato oral), SN (Problemas numéricos) y RN (razonamiento numérico) dan valor al indicador I_{10} .

En el apartado 4. CONTEXTO ESCOLAR, se destacan aspectos que favorecen o dificultan el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumno (agrupamientos, metodología, actividades complementarias, actuaciones sobre convivencia, etc.). Es de especial importancia en este apartado, tener en cuenta la valoración de los autoconceptos social (SOC) y el académico-laboral (AL), así como la adaptación personal (P), escolar (E) y social (S).

En el apartado 5. CONTEXTO SOCIO–FAMILIAR, habrá que considerar el comportamiento de los autoconceptos familiar (FAM) y emocional (EM), y de los grados de inadaptación a los padres (Pa y Ma), a la familia (F) y a los hermanos (H).

Esta valoración la realizará el orientador del centro teniendo presente la información de estos parámetros y de los resultados que aporta el sistema de información construído, pudiendo quedar así reflejada en estos informes.



INFORME PSICOPEDAGÓGICO

PROGRAMA DE MEJORA DEL APRENDIZAJE Y DEL RENDIMIENTO (PMAR)

1. DATOS DEL ALUMNO

Nombre y apellidos			
Fecha de nacimiento		Curso	
Tutor			
Domicilio			
Teléfono/s			

2. HISTORIA ESCOLAR

2.1 Escolarización previa:

2.2 Medidas educativas adoptadas a lo largo de su escolarización¹:

	EDUCACIÓN PRIMARIA	1ºESO	2ºESO	3ºESO
Repetición de curso				
Apoyos ordinarios en materias instrumentales				
Apoyo específico de PT				
Apoyo específico de AL				
Apoyo Educación Compensatoria				
Programa de Refuerzo Curricular				
Apoyos externos (asociaciones, etc.)				
Otras (especificar):				

2.3 Medidas educativas adoptadas en las siguientes materias, en el curso anterior²:

	BG ³	GH	FQ	LCL	MAT	PLE	OTRA
Adaptaciones curriculares significativas							
Adaptaciones de acceso al currículo (metodología, evaluación, etc.)							
Asistencia a clases de recuperación de materias pendientes							

¹ Señalar con una X en los cursos que corresponda.

² Señalar con una X en las asignaturas que corresponda. Especificar la asignatura, en el caso de marcar "Otra/s".

³ BG (Biología y geología); GH (Geografía e historia); FQ (Física y química); LCL (Lengua castellana y literatura); MAT (matemáticas); PLE (Primera lengua extranjera).



3. DESARROLLO GENERAL DEL ALUMNO

3.1 Valoración de las capacidades (cognitivas, socio-afectivas, comunicativo- lingüísticas, etc.):

3.2 Nivel de competencia curricular (NCC) en las asignaturas troncales:

MATERIAS	NCC	INTERÉS/ESFUERZO		
		Alto	Medio	Bajo
Biología y geología				
Geografía e historia				
Física y química				
Lengua castellana y literatura				
Matemáticas				
Primera lengua extranjera				

3.3 Estilo de aprendizaje:

INDICADORES	SI	NO	A VECES
Coopera con los compañeros en los trabajos de grupo			
Mantiene atención durante las explicaciones y las actividades de clase			
Comprende, reflexiona y planifica antes de realizar las actividades			
Necesita apoyo para realizar o terminar los trabajos			
Extrae la información relevante de un texto			
Busca información complementaria sobre temas de su interés			
Maneja y da explicaciones propias a partir de la información disponible			
Aplica lo aprendido a situaciones diferentes a la inicial			
Autoevalúa su trabajo y lo corrige en caso de error			
Utiliza estrategias para retener y evocar la información			



4. CONTEXTO ESCOLAR

Aspectos que favorecen o dificultan el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumno (agrupamientos, metodología, actividades complementarias, actuaciones sobre convivencia, etc.):

5. CONTEXTO SOCIOFAMILIAR

5.1 Datos familiares:

Nombre del padre/tutor legal			
Ocupación			
Nombre de la madre/tutora legal			
Ocupación			
Nº de hermanos		Lugar que ocupa	

5.2 Expectativas familiares para el alumno o alumna:

- Bachillerato
- Formación Profesional Grado Medio
- Incorporación al mundo laboral tras la ESO

5.3 Aspectos del contexto sociofamiliar que favorecen o dificultan el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumno:

5.4 Opinión de los padres o tutores legales acerca de la incorporación del alumno a un PMAR⁴:

- Favorable
- Desfavorable

5.5 Opinión del alumno acerca de la incorporación a un PMAR⁴:

- Favorable
- Desfavorable

6. IDENTIFICACIÓN DE LAS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DEL ALUMNO QUE MOTIVAN SU PROPUESTA PARA UN PMAR⁵

- Dificultades específicas de aprendizaje
- T.D.H.A.
- Desfase curricular en:
 - Biología y geología
 - Geografía e historia
 - Física y química
 - Lengua castellana y literatura
 - Matemáticas
 - Primera lengua extranjera
 - Otras (especificar)

⁴ Según documento firmado por padres o tutores legales y el alumno.

⁵ Señalar las que procedan.



- Otras dificultades (especificar)

7. REQUISITOS DE ACCESO A PMAR

7.1 Para cursar los dos años del programa (2º y 3ºESO)

- Presenta dificultades de aprendizaje
- Las dificultades de aprendizaje no son imputables a falta de estudio o esfuerzo
- Ha repetido algún curso en Educación Primaria o en ESO
- Ha cursado 1ºESO y no está en condiciones de promocionar

7.2 Para cursar el segundo curso del programa (3ºESO)

7.2.1 Con carácter general

- Presenta dificultades de aprendizaje
- Las dificultades de aprendizaje no son imputables a falta de estudio o esfuerzo
- Ha repetido algún curso en Educación Primaria o en ESO
- Ha cursado 2ºESO y no está en condiciones de promocionar

7.2.2 Con carácter excepcional

- Presenta dificultades de aprendizaje
- Las dificultades de aprendizaje no son imputables a falta de estudio o esfuerzo
- Ha cursado 3ºESO y no está en condiciones de promocionar

8. PROPUESTA DEL ORIENTADOR PARA LA INCORPORACIÓN DEL ALUMNO A UN P.M.A.R.

- Incorporación al PMAR de 1 año(3ºESO)
- Incorporación al PMAR de 2 años (2º y 3º ESO)
- Otras medidas (especificar)

9. OBSERVACIONES

En.....,de de 201....

(sello del centro)
EL ORIENTADOR

Fdo.....

Este INFORME expresa la situación actual del alumno/a y no presuponen su evolución futura. Dicho INFORME debe permanecer en el Expediente Académico del alumno durante su escolaridad. Este documento es confidencial.



AUTORIZACIÓN PARA CURSAR UN PROGRAMA DE MEJORA DEL APRENDIZAJE Y DEL RENDIMIENTO (PMAR)

1. PROPUESTA DE ALUMNOS QUE SE INCORPORAN AL PMAR DE DOS CURSOS

Habiendo comprobado que reúnen los requisitos previstos en el artículo 19.2 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se autoriza la incorporación de los siguientes alumnos a un PMAR de dos cursos, con la finalidad de que estos alumnos puedan cursar el 4º curso por la vía ordinaria y obtengan el título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria:

Nº	Apellidos	Nombre	Propuesta del equipo docente		Informe psicopedagógico		Se ha informado al alumno		Se ha informado a la familia	
			Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No

2. PROPUESTA DE ALUMNOS QUE SE INCORPORAN AL PMAR DE UN CURSO

Habiendo comprobado que reúnen los requisitos previstos en el artículo 19.2 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se autoriza la incorporación de los siguientes alumnos a un PMAR de un solo curso, con la finalidad de que estos alumnos puedan cursar el 4º curso por la vía ordinaria y obtengan el título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria:

Nº	Apellidos	Nombre	Propuesta del equipo docente		Informe psicopedagógico		Se ha informado al alumno		Se ha informado a la familia	
			Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No



Región de Murcia
Consejería de Educación,
Cultura y Universidades

Dirección General de Calidad Educativa,
Innovación y Atención a la Diversidad

3. OBSERVACIONES

En, de de 201....

EL DIRECTOR

Fdo.



INFORMACIÓN A LOS PADRES O TUTORES LEGALES Y AL ALUMNO PARA CURSAR UN PROGRAMA DE MEJORA DEL APRENDIZAJE Y DEL RENDIMIENTO (PMAR)

D./D^a _____, padre/madre/tutor legal del alumno
_____, del curso _____, he sido informado de la
propuesta de que mi hijo acceda a un Programa de Mejora del Aprendizaje y del
Rendimiento de _____ curso/s, con la finalidad de que pueda cursar el 4º curso por
la vía ordinaria para obtener el título de Graduado en Educación Secundaria
Obligatoria, y estoy *de acuerdo/en desacuerdo* con dicha propuesta¹.

En _____,de de 201.....

EL PADRE/LA MADRE/EL TUTOR LEGAL

Fdo.

_____, alumno del curso _____, he sido informado de
la propuesta de acceso a un Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento
de _____ curso/s, con la finalidad de que pueda cursar el 4º curso por la vía
ordinaria para obtener el título de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria, y
estoy *de acuerdo/en desacuerdo* con dicha propuesta¹

En _____,de de 201.....

EL ALUMNO

Fdo.

¹Táchese lo que no proceda

Referencias

- R. Abouserie. Self-esteem and achievement motivation as determinants of student's approaches to studying. *Studies in Higher Education*, 20(1):19–26, 1995.
- L. Acosta. *La Recreación: Una estrategia para el aprendizaje*. Editorial Kinesis, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 2001.
- M.A. Adell. *Estrategias para mejorar el rendimiento académicos de los adolescentes*. Pirámide, Madrid, 2002.
- R. Agrawal and R. Srikant. Fast algorithms for mining association rules. In *Proc. 20th Int. Conf. Very Large Data Bases, VLDB*, volume 1215, pages 487–499, 1994.
- R. Alcover, J. Benlloch, P. Blesa, M.A. Calduch, M. Celma, C. Ferri, J. Hernández-Orallo, L. Iniesta, J. Más, M.J. Ramírez-Quintana, A. Robles, J.M. Valiente, M.J. Vicent, and L.R. Zúnica. Análisis del rendimiento académico en los estudios de informática de la universidad politécnica de valencia aplicando técnicas de minería de datos. In *XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática.*, Teruel. España, 2007.
- P.C. Almodovar. Las relaciones familia–centro en el 2º ciclo de e.s.o. un estudio comparado entre contextos. Technical report, Memoria de Master en Orientación Educativa. I.C.E. Universidad Alcalá de Henares., 2002. URL <http://www.ucoerm.net/Ampliaformacionprofesorado.asp?Idprofe=12>.
- C. Alonso and J. Gallego. *Aprendizaje y Ordenador*. Editorial Dykinson, Madrid, España, 2000.
- M. Andonegui. *El desarrollo del pensamiento lógico*. Editorial Fe y Alegría., Caracas, Venezuela, 2004.
- G.M. Andrade. *Influencia de las Inteligencias Múltiples, el Rendimiento Académico previo y el curriculum del hogar sobre la autoestima académica*. PhD thesis, Tesis Doctoral, Pontifica. Universidad Católica de Chile, 2000.

- M. Andrade, C. Miranda, and G. Freixas. Predicción del rendimiento académico lingüístico y lógico-matemático por medio de las variables modificables de las inteligencias múltiples y del hogar. *Revista Digital de Investigación y Nuevas Tecnologías - Contexto Educativo*, 17:1–12, 2001.
- A. Andrés. *Manual de Psicología Diferencial*. McGraw Hill, 1997, Madrid, 1997.
- A. Andrés. Inteligencias múltiples. la importancia de las diferencias individuales en el rendimiento. *Departament de Personalitat, Avaluació i Tractaments Psicològics. Universitat de Barcelona. Cuadernos de educación. Santillana*, pages 1–10, 2002. URL <http://www.scribd.com/doc/6561942/Las-Inteligencias-Multiples>.
- A. Andrés and R. Colom. *Ciencia y política de la inteligencia en la sociedad actual*. Biblioteca Nueva., Madrid, 1998.
- J.L. Arquero, J.A. Donoso, T. Hassall, and J. Joyce. Contabilidad y aprensión comunicativa: Estudio comparativo de los niveles y perfiles de ac en los estudiantes universitarios. *Revista Digital de Investigación y Nuevas Tecnologías - Contexto Educativo, Revista de Contabilidad*, 6(12):21–46, 2003.
- M.J. Arrieche. Perspectivas del enfoque semiótico-antropológico de la investigación en didáctica de la matemática. *Paradigma*, 24(2):151–160, 2003.
- S.R. Asher and J.D. Coie. *Peer rejection in childhood*. Cambridge University Press, Cambridge, England, 1990.
- D. Ausubel, J. Novak, and H. Hanesian. *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Ediciones Trillas., México, 2ª edición edition, 1983.
- C.J. Bacallao, J.M. Parapar, M. Roque, and J. Bacallao. La modelación jerárquica y los efectos de grupo en la predicción del rendimiento académico. *Revista Cubana Educación Médica Superior*, 18(2):1–10, 2004a.
- P. Ballester, M.R. Bermejo, C. Ferrández, and M.D. Prieto. Validez y fiabilidad de los instrumentos de evaluación de las inteligencias múltiples en los primeros niveles instruccionales. *Psicothema*, 16(1):7–13, 2004.
- A. Bandura. *Social foundations of thought and action, Englewoods*. Englewoods Cliffs: Prentice Hall, 1986.

- C. Barroso, A. Picón, J. Vecino, and M.M. Villegas. Heterogeneidad en el rendimiento discente: Economía de la empresa. In *Proceeding del XVIII Congreso Anual y XIV Congreso Hispano-Francés de AEDEM, Orense*, pages 1129–1139, 2004.
- J. Beltran and J.A. Bueno. *Psicología de la educación*. Boixareu Universitaria. Marcombo, Barcelona, 1995.
- J. Beltran and L. Pérez. Inteligencia, pensamiento crítico y pensamiento creativo. In J. Beltrán and C. Genovard, editors, *Psicología de la Instrucción, I. Variables y procesos básicos*, pages 427–503. Síntesis, Madrid, España, 1996.
- W.N. Bender and J.K. Smith. Classroom behavior of children and adolescents with learning disabilities: A meta-analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 23:298–305, 1990.
- E.L. Berk. *Desarrollo del niño y del adolescente*. Prentice Hall Iberia., Madrid, 4^a edición edition, 1999.
- D.M. Binder, J.G. Jones, and R.W. Strowing. Non-intellective selfreport variables as predictors of scholastic achievement. *The Journal of Educational Research*, 63:364–366, 1970.
- F.J. Boersma and J.W. Chapman. *Manual of the student's perception of Ability Scale*. University of Alberta, Edmonton, Canada, 2^a edición edition, 1985.
- P. Bonissone, J.M. Cadenas, M.C. Garrido, R. Díaz-Valladares, and A. Muñoz. Toma de decisiones en ensambles basados en árbol fuzzy. In *XV Congreso Español sobre tecnologías y lógica fuzzy*, pages 637–642, Huelva, España, 2010.
- M. Bosch, L. Espinoza, and J. Gascón. El profesor como director del proceso de estudio: Análisis de organizaciones didácticas espontáneas. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23 (1):79–136, 2003.
- G. Bower and E. Hilgard. *Teorias del Aprendizaje*. Trillas, México, 1989.
- J.C. Brengelmann. Determinantes personales del rendimiento escolar. In *Primer Symposium sobre Aprendizaje y Modificación de Conducta en Ambientes Educativos*, pages 155–170. Madrid: INCIE, 1975.
- W.B. Brookover, A. Patterson, and S. Thomas. Self-concept of ability and school achievement. Technical report, U.S. Office of Education, Cooperative Research Project, n° 845, Office of Research and Publication, East Lansing, Michigan State University, 1962.

- W.B. Brookover, A. Patterson, and S. Thomas. Self-concept of ability and school achievement: Improving academic achievement through students self-concept enhancement ii. Technical report, U.S. Office of Education, Cooperative Research Project, n° 1636, Office of Research and Publication, East Lansing, Michigan State University, 1965.
- B. Brousseau. *Theory of didactical situations in mathematics*. Kluwer A. P., Dordrecht, 1997.
- G. Brousseau. Fondements et méthodes de la didactiques des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2):33–115, 1986.
- T.H. Bryan. Peer popularity of learning disabled children. *Journal of disabilities*, 7:551–625, 1974.
- T.H. Bryan. Peer popularity of learning disabled children: A replication. *Journal of disabilities*, 9:387–411, 1976.
- R. Burgaleta, J. Valverde, and J. Fernández. *Análisis de las características de los repetidores, exitosos vs fracasados, en muestras de escolares de E.G.B.* ICE. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 1998.
- R.B. Burns. *The Self Concept. Theory, measurement, development and behaviour*. Longman Inc., New York, 1979.
- W.D. Bursuck. A comparison of student with learning disabilities to low achieving and higher achieving g student on three dimensions of social competence. *Journal of Learning Disabilities*, 22:227–235, 1989.
- B.M. Byrne. The general academic self-concept nomological network: A review of construct validation research. *Review of Educational Research*, 54:427–256, 1984.
- B.M. Byrne. Academic achievement relations: An investigation of dimensionality, stability and causality. *Canadian Journal of Behavioral Science*, 18(2):173–186, 1986.
- B.M. Byrne and R.J. Shavelson. On the structure of adolescent selfconcept. *Journal of Educational Psychology*, 78:474–481, 1986.
- J.M. Cadenas, M.C. Garrido, R. Martínez, and A. Muñoz. Classification based on neighborhood from datasets with low quality data. In *16th World Congress of the International Fuzzy Systems association and the 9th Conference of the European society for Fuzzy Logic and Technology*, pages 925–932, Gijón, España, 2015.

- M.D. Calero. *Modificación de la inteligencia: sistemas de evaluación e intervención*. Ediciones Pirámide, 1995.
- A. Campuzano. Fracaso escolar, nuevos datos. *Boletín del Ilustre Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias*, 128:30–32, 2001.
- R. Cantoral. Desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional, una mirada socioepistemológica. *Acta Latinoamericana.*, 17:1–9, 2004.
- J. Carabaña. Origen social, inteligencia y rendimiento académico al final de la egb. Technical report, INCIE Ediciones, Temas de investigación educativa, Madrid, Servicio de Publicaciones del MEC, 1979.
- J. Carrasco. *La recuperación educativa. (Temas monográficos en educación)*. Editorial Anaya, España, 1985.
- E. Carrión. Validación de características al ingreso como predictores del rendimiento académico en la carrera de medicina. *Revista Cubana de Educación Superior*, 1(16):5–18, 2002, Enero-Marzo.
- J.L. Castejón, A.M. Pérez, and A. Maldonado. Factores psicosociales en la predicción del rendimiento académico según el sexo. *Revista de Psicología de la Educación*, 49(19):31–51, 1996.
- J.L. Castejón, A.M. Pérez, and A. Maldonado. Factores que distinguen y explican el rendimiento académico diferencial de alumnos repetidores y alumnos cuya edad escolar coincide con su edad cronológica. *Revista de Psicología de la Educación*, 4:103–118, 1997.
- CERI. Making education count, developing and using international indicators. Technical report, Paris, CERI-OCDE, 1994.
- C. Chadwick. Teorías del aprendizaje y su implicancia en el trabajo en el aula. *Revista de Educación (C.P.E.I.P. Santiago de Chile)*, 70, 1979.
- J. Chapman and F.J. Boersman. *Affective Correlates of Learning Disabilities*. Lisse, Swets & Zeitlinger, New York, 1980.
- J.W. Chapman, J.L. Cullen, F.J. Boersma, and T.O. Maguire. Affective variables and school achievement: A study of possible causal influences. *Rev. Canad. Sci. Comp.*, 13:181–192, 1981.
- P. Checa. ¿quiénes somos? un proyecto para la autoestima. *Aula de Innovación Educativa*, 90: 81–83, 2000.

- Y. Chevallard. Dimension instrumentale, dimension sémiotique de l'activité mathématique. In *Séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique de Grenoble.*, IREM d'Aix de Marseille., 1991.
- Y. Chevallard. Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12(1):73–112, 1992.
- Y. Chevallard. L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2):221–266, 1999.
- C. Coll, A. Marchesi, and J. Palacios. *Desarrollo Psicológico y Educación II*. Editorial Alianza, Madrid, España, 1992.
- E.J. Cooley and R.R. Ayres. Self concept and success-failure attributions of nonhandicapped students and students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 21:174–178, 1982.
- J. Corominas. *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana*, (3ª Edición. Editorial Gredos, S.A., Barcelona, España, 2000.
- B.P.M. Creemers and J. Scheerens. *Development in school effectiveness research*. International Journal of Educational Research, 13. Número monográfico., 1989.
- A. Cripps. Using artificial neural nets to predict academic performance. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing.*, pages 33–37, Philadelphia, Pensilvania., 1996.
- M. Csikszentmihalyi, K. Rathunde, S. Whalen, and M. Wong. *Talented teenagers. The roots of success and failure*. Cambridge University Press, 1993.
- W. Damon and D. Hart. *Self Understanding in Childhood and Adolescence*. Cambridge University, New York, 1988.
- G. Dapozo, E. Porcel, M^a V. López, V. Bogado, and R. Bargiela. Aplicación de minería de datos con una herramienta de software libre en la evaluación del rendimiento académico de los alumnos de la carrera de sistemas de la facena-unne. In *Anales del VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC).*, pages 325–330. Universidad de Morón., 2006.
- G.P. Darakjian and W.B. Michael. Comparative validities of standardized academic self-concept scales and achievement test measures and of teacher ratings of citizenship and effort in forecasting performance of junior high school students. *Educational and Psychological Measurement*, 42:629–641, 1982.

- L. Davidoff. *Introducción a la Psicología*. Mac Graw Hill, Naucalpán de Juárez, 1989.
- M. De Miguel. Preescolarización y rendimiento académico: Un estudio longitudinal de las variables psicosociales a lo largo de la egb. Technical report, Madrid, CIDE, 1988.
- R.E. Degenhart. An annotated bibliography of IEA publications (1960-1990). Technical report, The Hague, IEA, 1990.
- M.B. Doran, M.L. Bouillon, and C.G. Smith. Determinants of student performance in accounting principles i and ii. *Issues in Accounting Education, Spring*, 6(1):74–84, 1991.
- E. Duran and R. Costaguta. Minería de datos para descubrir estilos de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(2):1–10, 2007.
- S.M. El Tawab. *Enciclopedia de Pedagogía/Psicología*. Ediciones Trébol, Barcelona, 1997.
- J. Elliot. *La investigación-acción en educación*. Morata., Madrid, 1990.
- J. Elliot. *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Morata., Madrid, 1993.
- U.M. Fayyad. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. AAAI Press Series. AAAI Press, 1996.
- C. Ferrándiz, M.R. Bermejo, M.D. Prieto, and M. Ferrando. Fundamentos psicopedagógicos de las inteligencias múltiples. *Revista española de pedagogía*, 64(2–3):5–19, 2006.
- G. Foliaco, R. S. Pizarro, A. Simbaqueva, D. Morales, M. Santanilla, J. Martínez, A. Moreno, and O. Tamayo. Elaboración de índices de riesgo educativo/making indicators of education risks. *Revista Educación y Educadores*, 9(2), 2006.
- P.J. Francis and B.J. Wills. Introduction to principal components analysis. *ASP Conference Series*, 162:363–372, 1999.
- E. Frank and I.H. Witten. Generating accurate rule sets without global optimization. In *Proceeding Fifteenth International Conference on Machine Learning*, pages 144–151, San Francisco, USA, 1998. The International Machine Learning Society.
- M.L. Franke, E. Kazemi, and D. Battey. *Mathematics teaching and classroom practice*. Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. F.K. Lester (ed.), Charlotte, NC: NCTM and IAP., 2007.
- B.J. Fraser. Identifying the salients facets of a model of student learning: A synthesis of meta-analyses. *International Journal of Educational Research*, 11:187–212, 1987.

- A. Furnham and S. Fukumoto. Japanese parents' estimates of their own and their children's multiple intelligences: Cultural modesty and moderate differentiation. *Department of Psychology, University College London, London, U.K., Japanese Psychological Research*, 50(2):63–76, 2008.
- R.M. Gagné. *The conditions of learning and theory of instruction*. Holt, Rinehart and Winston, New York, NY, 1965.
- F. García and G Musitu. *AF5: Autoconcepto Forma 5*. Ediciones TEA, Madrid, 1999.
- O. García and R. Palacios. *Factores condicionantes del aprendizaje en lógico matemático*. PhD thesis, Tesis de grado de Magíster. Lima. Universidad San Martín de Porras, 1991.
- G. García de Celis. Symposium: Inteligencias múltiples y didáctica de las lenguas extranjeras. modularidad de la mente y programas para el desarrollo de las inteligencias. multiple intelligences theory and foreign language teaching. In *2º Congreso Hispano-Portugués de Psicología*, 2005.
- H. Gardner. *The Shattered Mind*. Knopf., Nueva York, 1975.
- H. Gardner. *Frames of Mind*. Basic Books., Nueva York, 1983.
- H. Gardner. *The Unschooled Mind: How Children Think and How Schools Should Teach*. Basic Books., Nueva York, 1991.
- H. Gardner. *Multiple Intelligences: The theory in Practice*. Basic Books., Nueva York, 1993.
- H. Gardner. *Estructura de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples (2ª edición)*. Fondo de Cultura Económica., México, 2nd edición edition, 1994.
- H. Gardner. Reflections on multiple intelligences. *Phi Delta Kappan*, 77(3):200–209, 1995.
- H. Gardner. *The First Seven... and the Eighth. A Conversation with Howard Gardner*. Educational Leadership, 1997.
- R. Gelman and C.R. Gallistel. *The Child's Understanding of Number*. Cambridge, MA: Harvard University Press, Cambridge, 1987.
- J. Gimeno-Sacristán. *El autoconcepto y la popularidad social como determinantes del rendimiento escolar*. PhD thesis, Universidad Complutense Madrid, 1974.
- J. Gimeno-Sacristán. Autoconcepto, sociabilidad y rendimiento escolar. Technical report, Madrid: INCIE, 1976.

- G. Gómez Dacal. *Centros educativos eficaces y eficientes*. Promoción de publicaciones universitarias, Barcelona, 1992.
- J.D. Godino. Un enfoque semiótico de la cognición matemática. In *Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada*, 2001.
- J.D. Godino. Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(2–3):237–284, 2002.
- J.D. Godino. Teoría de las funciones semióticas :enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática. In *Memoria presentada para optar a una plaza de catedrático en el Departamento de Didáctica de la Universidad de Granada.*, 2003.
- J.D. Godino and C. Batanero. Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(3):325–355, 1994.
- J.D. Godino, D. Bencomo, V. Font, and M.R. Wilhelmi. Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, XXVII(2):221–252, 2006a.
- J.D. Godino, A. Contreras, and V. Font. Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 26(1):39–88, 2006b.
- J.D. Godino, C. Batanero, and V. Font. The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1–2):127–135, 2007.
- P. Golding and O. Donaldson. Predicting academic performance. In *Proceedings 36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, 2006.
- D. Goleman. *Emotional Intelligence*. Bantam Books, 2006.
- C. González. *Factores determinantes del bajo rendimiento académico en educación secundaria*. PhD thesis, Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación, Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación Secundaria., Madrid. España, 2003.
- C. González and J. Tourón. *Autoconcepto y rendimiento escolar*. Pamplona: EUNSA, Barcelona, 1992.
- E. González and M. Arrieche. Propuesta área de investigación en educación matemática. Technical report, Doctorado de la UPEL-Maracay., 2007.

- E. González, Z. Pérez, I. Espinosa, and S. Alvarez. Obtención de patrones y reglas en el proceso académico de la universidad de las ciencias informáticas utilizando técnicas de minería de datos. Technical report, E-prints in Library and Information Science., 2007.
- M^a.C. González, J. Muñiz, M. Soriano, J. Nieda, and C. Marin. Curso 2000-01, servicio de inspección de madrid-capital. *Revista de Educación*, 329:393–417, 2002.
- M^a.C. González, J. Muñiz, M. Soriano, J. Nieda, and C. Marin. Curso 2000-01, servicio de inspección de madrid-capital. *Revista de Educación*, 330:385–418, 2003.
- J.A. González-Pienda. *Estilos cognitivos y de aprendizaje, Psicología de la Instrucción, Vol. 2: Componentes cognitivos y afectivos del aprendizaje escolar*. Barcelona: EUB, Barcelona, 1996.
- J.A. González-Pienda and J.C. Nuñez. *Dificultades del aprendizaje escolar*. Pirámide, Madrid, 1998.
- Th. Good and J. Brophy. *School effects*. M.C. Wittrock (Ed.), Nueva York: Macmillan, handbook of research on teaching edition, 1986.
- F.M. Gresham and D.J. Reschly. Social skills deficits and low peeracceptance of mainstreamed learning disabled children. *Learning Disability Quarterly*, 9:169–177, 1986.
- R.J. Griffore and D.D. Samuels. Self-concept of ability and college students' academic achievement. *Psychological Reports*, 43:37–38, 1978.
- R. Guil and J.M. Mestre. *La inteligencia emocional como herramienta educativa. Psicología Social del sistema educativo*. Kronos, Sevilla, 2003.
- R. Guil and J.M. Mestre. Inteligencia emocional. In R. Guil, editor, *Psicología Social para Psicopedagogos*, pages 165–212. Fénix Editora, Sevilla, 2004.
- R. Guil-Bozal, P. Gil-Olarte, J.M. Mestre, and I. Nuñez-Vázquez. Inteligencia emocional y adaptación socioescolar. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 9(22), 2006.
- J.P. Guilford. *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill, Nueva York, 1967.
- M. Halkidi, Y. Batistakis, and M. Vazirgiannis. Cluster validity methods: Part i y ii. *SIGMOD Record*, 31(2–3):40–45,19–27, 2002.
- M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer, P. Reumtemann, and I.H. Witten. The weka data mining software: An update. *SIGKDD Explorations*, 11(1):10–18, 2009.
- J. Han, M. Kamber, and J. Pei. *Data mining: concepts and techniques*. Morgan kaufmann, 2006.

- D.J. Hand, H. Mannila, and P. Smyth. *Principles of data mining*. MIT press, 2001.
- B.C. Hansford and J.A. Hattle. The relationship between self and achievement, performance measures. *Review of Educational Research*, 52:87–97, 1982.
- J.G. Hart. Lawseq: Its relation to other measures of self-esteem and academic ability. *British Journal of Educational Psychology*, 55:167–169, 1985.
- S. Harter. Manual for the self–perception profile for children, (revision of the perceived competence scale for children). Denver, C.O.: University of Denver, 1985.
- S. Harter and J.P. Connell. A model of children’s achievement and related self-perceptions of competence, control and motivation orientation. *Advances in Motivation and Achievement*, Greenwich: Jai Press Inc., 3:219–250, 1984.
- A. Herán and J. Villarroel. *Caracterización de algunos factores del alumno y su familia de escuelas urbanas y su incidencia en el rendimiento de Castellano y Matemática en el primer ciclo de Enseñanza General Básica*. CPEIP, Chile, 1987.
- J. Hernández, M.J. Ramírez, and C. Ferri. *Introducción a la Minería de Datos*. Pearson Prentice Hall, Madrid, España, 2004.
- P. Hernández. *Rendimiento, Adaptación e intervención psicoeducativa*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de La Laguna, Tenerife, 1983.
- P. Hernández and J.E. Jiménez. *Intervención psicoeducativa y adaptación: Una alternativa de salud mental desde la escuela*. Technical report, Tenerife: Secretariado de publicaciones de la Universidad de La Laguna, 1983.
- R.A. Huebner. A survey of educational data-mining research. Technical report, Research in Higher Education Journal, 2014.
- INCE. Determinantes del rendimiento académico. Technical report, Madrid, Servicio de Publicaciones del MEC, 1976.
- INCE. Sistema estatal de indicadores de la educación 2000. Technical report, Instituto Nacional de Evaluación y Calidad: INCE, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2001.
- INCE. Sistema estatal de indicadores de la educación. síntesis 2002. Technical report, Instituto Nacional de Evaluación y Calidad: INCE, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2002.

- INCE. Rs3.1. competencias clave a los 15 años en lectura. competencias clave a los 15 años en matemáticas. sistema estatal de indicadores de la educación 2007. Technical report, Instituto Nacional de Evaluación y Calidad: INCE, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2007.
- INE. Ine. servidor web del instituto nacional de estadística: www.ine.es. octubre 2001: Contabilidad regional de españa. base 1995 (1996, 1997, 1998, 1999, 2000). - españa en cifras. año 2000. ine. - población: Proyecciones de población (base censo de población 1991). Technical report, INE, 2001, 2001.
- A. Jiménez and H. Álvarez. Minería de datos en la educación. Technical report, Universidad Carlos III de Madrid, 2010. URL <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/10-11/08mem.pdf>.
- H. Jiménez-Betancort. *La información indirecta en los tests: Características de los sujetos con respuestas contradictorias*. PhD thesis, Departamento de Psicología de la Educación de la Universidad de La Laguna, La Laguna, 1997.
- M. Kaczynska. *El rendimiento escolar y la inteligencia*. Espasa Calpe, Madrid, España, 1986.
- F. Kerlinger. *Investigación del comportamiento, Técnicas y Metodología*. McGraw Hill, México, 1988.
- J.S. Kleinfeld. Effective teachers of indian and eskimo high school students. Technical report, (ISEGR Report No. 34). Fairbanks, AK: Institute of Social, Economic and Government Research, University of Alaska, 1972.
- S. Knowles, F. Holton, and A. Swanson. *Andragogía, El Aprendizaje de los Adultos*. Ed. Oxford, México, 2001.
- G. Lakoff. *Where mathematics come from: how the embodied mind brings mathematics into being*. Basic book, New York, 2000.
- D.T. Larose. *Discovering knowledge in data: an introduction to data mining*. John Wiley & Sons, 2014.
- Ed. Larousse. *Gran Enciclopedia Larousse 2000, 15 tomos*. Ed. Planeta, Barcelona, 2nd edition edition, 1998.
- E. Larraguibel. Enfoque cognitivos: Piaget, vygotsky y feuerstein, serie de cuadernillos de estudio, temas pedagógicos, junji, piie, cpes, sfere; estudio diagnóstico de gestión escolar y práctica docente: Informe final. asunción: Programa de mejoramiento de la calidad de la educación secundaria (mecses). Technical report, Ministerio de Educación y Culto (MEC), Paraguay, 1998.

- D. Lavin. *The prediction of academic performance*. Russell Sage Foundation, New York, 1965.
- S.-H. Liao, P.-H. Chu, and P.-Y. Hsiao. Data mining techniques and applications—a decade review from 2000 to 2011. *Expert Systems with Applications*, 39(12):11303–11311, 2012.
- C.P. López. *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Editorial Paraninfo, 2007.
- A. Lozano Díaz. Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la educación secundaria. *Revista electrónica de investigación psicoeducativa, ISSN 1696-2095*, 1(1):43–66, 2003.
- M. Álvaro. *Hacia un modelo causal de rendimiento*. CIDE, Madrid, España, 1990.
- H.K. Ma, D.T.L. Shek, P.C. Cheung, and R.P. Lee. The relation of prosocial and antisocial behavior to personality and peer relationships of hong kong chinese adolescents. *Journal of Genetic Psychology*, 157:255–266, 1996.
- M.C. Malaver, M. Rodríguez, and C.I. Segura. Estructurar mentes para formar personas. *Educación y educadores.*, 4:71–108, 2001.
- H.W. Marsh. Relations among dimensions of self-attribution, dimensions of self-concept and academic achievements. *Journal of Educational Psychology*, 76:1291–1308, 1984.
- H.W. Marsh. Global self-esteem: Its relation to specific facets of self-concept and their importance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51:1224–1236, 1986.
- H.W. Marsh. Causal effects of academic self-concept on academic achievement: A reanalysis of newman. *Journal of Experimental Educational*, 56:100–103, 1988.
- H.W. Marsh. Causal ordering of academic self-concept and academic achievement: A multiwave, longitudinal panel analysis. *Journal of Educational Psychology*, 82:646–656, 1990.
- H.W. Marsh, J.W. Parker, and I.D. Smith. Preadolescent self-concept: Its relation to self-concept as inferred by teachers and to academic ability. *British Journal of Educational Psychology*, 53: 60–78, 1993.
- J. Martín. Evaluación de la e.s.o. 2000 - informe final. Technical report, INECSE - Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2002.
- G. Maruyama, R.A. Rubin, and G.G. Kingsbury. Self-esteem and educational achievement: independent constructs with a common cause? *Journal of Personality and Social Psychology*, 40: 962–975, 1981.

- M. Mboya. The relative importance of global self-concept and self-concept to academic ability in predicting academic achievement. *Adolescence*, 24:39–46, 1989.
- K.S. McKim and E.L. Cowen. Multiperspective assesment of young children school adjustment. *School Psychology Review*, 16(3):370–383, 1987.
- S.B. Merriam and R.S. Caffarella. *Learning in adulthood: A comprehensive guide*. Jossey-Bass, San Francisco, 1991.
- S. Mitra and S.K. Pal. Fuzzy multi-layer perceptron, inferencing and rule generation. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 6(1):51–63, 1995.
- S. Mitra and S.K. Pal. Fuzzy sets in pattern recognition and machine intelligence. *Fuzzy Sets and systems*, 156(3):381–386, 2005.
- L. Moll. *Vygotsky y la Educación*. Aique, Buenos Aires, 1994.
- E. Montero and J. Villalobos. *Factores institucionales, pedagógicos, psicosociales y sociodemográficos asociados al rendimiento académico y a la repetición estudiantil en la Universidad de Costa Rica*. Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2004.
- J.M. Monteros. Génesis de la teoría de las inteligencias múltiples. *Revista Iberoamericana de Educación*, 39(1), 2006.
- M. Moraleda. Privación cultural, dificultades verbales y fracaso escolar. *Bordón*, 267:221–244, 1987.
- A. Muñoz. (responsable) *Proyecto: La Lengua y las Matemáticas: asignaturas pendientes” (Materiales de refuerzo para el primer ciclo de la E.S.O.)*. Deptos. implicados: Plástica, Física y Química, Matemáticas y Lengua, C.P.R.: Molina de Segura; Centro: I.E.S. Abanilla, 2002.
- A. Muñoz. (responsable) *Proyecto: La Lengua y las Matemáticas: asignaturas clave en la E.S.O.* Deptos. implicados: Orientación, Matemáticas y Lengua, C.P.R.: Murcia II; Centro: I.E.S. Sangonera la Verde, 2005.
- A. Muñoz. (responsable) *Proyecto: La Lengua y las Matemáticas: Evaluación de su rendimiento como asignaturas clave en la E.S.O.* Deptos. implicados: Orientación, Matemáticas y Lengua, C.P.R.: Murcia II; Centro: I.E.S. Sanje, 2006.

- A. Muñoz. (responsable) *Proyecto: Enfoques de aprendizaje en estudiantes de 2º de E.S.O. para las asignaturas de Lengua y de Matemáticas en el I.E.S. Sanje de Alcantarilla (MURCIA)*. Deptos. implicados: Orientación, Matemáticas, Lengua y Métodos para la investigación y diagnóstico en educación, C.P.R.: Murcia II; Centro: I.E.S. Sanje y Facultad de Educación (U. Murcia), 2007.
- A. Muñoz. (responsable) *Proyecto: La Lengua y las Matemáticas: seguimiento, evaluación y confirmación de modelos obtenidos para 1º de E.S.O. que mejoran su rendimiento académico*. Deptos. implicados: Orientación, Matemáticas y Lengua, C.P.R.: Murcia II; Centro: I.E.S. Sangonera la Verde y I.E.S. Sanje, 2010.
- A. Muñoz and J.M. Cadenas. Un modelo para estimar las acciones a aplicar a los alumnos de e.s.o. *Revista de Investigación Educativa*, 26(2):385–407, 2008a.
- A. Muñoz and J.M. Cadenas. Aprendizaje computacional en la predicción del rendimiento académico. In *X Simposio Internacional de Informática Educativa*, pages 433–438, Salamanca, España, 2008b. Universidad de Salamanca.
- A. Muñoz and J.M. Cadenas. Validación de los predictores del rendimiento académico obtenidos mediante minería de datos usando análisis de componentes principales. In *XXXI Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa*, pages 1–8, Murcia, 2009. Sociedad de Estadística e Investigación Operativa.
- A. Muñoz and J.M. Cadenas. Aplicando la minería de datos para la mejora del rendimiento académico de alumnos de un instituto de enseñanza secundaria. In *V simposio de Teoría y Aplicaciones de Minería de Datos*, pages 265–274, Valencia, España, 2010.
- A. Muñoz and J.M. Cadenas. Using clustering to identify actions-attributes. In *I Congreso Internacional de Formación del Profesorado*, pages 141–150, Murcia, 2011a. Asociación Universitaria del formación del profesorado.
- A. Muñoz and J.M. Cadenas. *El rendimiento académico y la Minería de Datos*. kiosko-José Ma Carbonell, Murcia, España, 2011b.
- A. Muñoz and J.M. Cadenas. Identificar acciones-atributos usando clustering. In J.J. Maquilón-Sánchez, F. HernándezPina, and T. Izquierdo-Rus, editors, *Desarrollo profesional y práctica educativa del profesorado*, pages 141–150. Servicio de Publicaciones (Editum), Murcia, España, 2011c.

- A. Muñoz and J.M. Cadenas. Análisis cluster y sistemas de decisión para la mejora del rendimiento académico en la enseñanza obligatoria. In *VII Simposio Teoría y Aplicaciones de Minería de Datos*, pages–, Albacete, España, 2015.
- G. Musitu, F. García, and M. Gutiérrez. *Autoconcepto, Forma-A (AFA)*. TEA, 1991.
- L. Navas. Distintas maneras de ser inteligente: Inteligencias múltiples. *Cuadernos de Educación, Indexnet, Ed. Santillana*, 2008. URL <http://www.indexnet.santillana.es>.
- T.N. Nguyen, P. Janecek, and P. Haddawy. A comparative analysis of techniques for predicting academic performance. In *Computer Science and Information Management Program Asian Institute of Technology (AIT)*, Thailand, 2007.
- M. Nováez. *Psicología de la actividad*. Editorial iberoamericana, México, 1986.
- A. Page. *Hacia un modelo causal del rendimiento académico*. CIDE-MEC, Madrid, 1990.
- A. Pardo and M.A. Ruiz. *SPSS 11 - Guía para el análisis de datos*. McGraw-Hill, Madrid, 2002.
- V. Pelechano. Motivación y rendimiento académico. *Análisis y Modificación de Conducta*, 1: 83–110, 1975.
- V. Pelechano. Personalidad, inteligencia, motivación y rendimiento académico en bup. Technical report, Tenerife: ICE Universidad de la Laguna, 1977.
- V. Pelechano. Informe del proyecto de investigación de la egb y bup. Technical report, Análisis y modificación de Conducta, 15. Número Monográfico, 1989.
- R. Pizarro and S. Clark. Inteligencia múltiple lógico-matemática y aprendizajes escolares científicos. logical mathematical multiple intelligence and scientific learning at school. *Revista de psicología Universidad de Chile*, 9:1–17, 2000.
- S.R. Pizarro. Teoría del rendimiento académico. *Diálogos Educativos*, 6:30–5, 1990.
- S.R. Pizarro and A.N. Crespo. Inteligencias múltiples y aprendizajes escolares. *Talón de Aquiles*, 5:1–4, 1997.
- S.R. Pizarro, S. Lazcano, and L.S. Clark. *Diseño, elaboración y aplicación de tests de rendimiento académico*. Valparaíso: Universidad de Chile-Valparaíso, Departamento de Educación, Facultad de Educación y Letras, 1979.

- R. Portillo. Cómo se relacionan el status sociométrico y la adaptación escolar en alumnos de sexto de primaria. Technical report, Equipo de Orientación Educativa Málaga-Centro, 2006. URL http://www.juntadeandalucia.es/averroes/eoe_malaga_centro/Documentos/status.pdf.
- S.M. Pottebaum, T.Z. Keith, and S.W. Ehly. Is there a causal relation between self-concept and academic achievement? *Journal of Educational Research*, 79:140–144, 1986.
- J.I. Pozo. *Teorías Cognitivas del aprendizaje*. Morata, Edición, Madrid, 2003.
- M.A. Pérez. *Aplicación de minería de datos para la predicción del rendimiento de la caña de azúcar*. PhD thesis, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Decanato de Ciencias y Tecnología Coordinación de postgrado, Barquisimeto, (Venezuela), 2005.
- A.I. Pérez-Gómez and J. Almaraz. *Lecturas de aprendizaje y enseñanza*. Fondo de cultura económica. Colección Paideia, España, 1988.
- S.C. Purkey and M.S. Smith. School reform: The district policy implications of the effective school literature. *Elementary School Journal*, 85:97–105, 1983.
- S.C. Purkey and M.S. Smith. *Educational policy and school effectiveness, Research on exemplary schools*. G. Austin and M. Garber (Eds.), Academic Press, Nueva York, 1985.
- M. Putallaz and B.H. Sheppard. Social status and children's orientations to limited resources. *Child Development*, 61:1086–1104, 1990.
- J.R. Quinlan. Induction of decision trees. *Machine learning*, 1(1):81–106, 1986.
- J.M. Quintana-Cabanas. *Sociología de la educación. La enseñanza como sistema social*. Editorial hispano europea, Barcelona, 2ª ed. edition, 1980.
- A. Rúa. Búsqueda de patrones de rendimiento académico mediante técnicas de análisis multivariante. aplicación a 1º e4. In *Actas IX jornadas de la Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas aplicadas a la Economía y la Empresa*, volume CD-ROM, pages 1–12, 2001.
- Ma.I. Ramírez, F. Herrera, and I. Herrera. ¿qué ocurre con la adaptación y el rendimiento académico de los alumnos, en un contexto educativo pluricultural? *Revista Iberoamericana de Educación*, 25(10):1–18, 2003.
- J. Relich. *Attribution, affect variables and achievement in arithmetic*. PhD thesis, Universidad de Sydney, Australia, 1983.

- L. Rico. *Investigación, diseño y desarrollo curricular. Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación matemática*. (Ed.) Síntesis, Madrid, 1997.
- J.C. Riquelme, R. Ruiz, and K. Gilbert. Minería de datos: Conceptos y tendencias. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 10(29):11–18, 2006.
- J. Roces, J. Touron, and M.C. González. Motivación, estrategias de aprendizaje y rendimiento de los alumnos universitarios. *Bordón*, 47:1–35, 1995.
- S. Rodríguez. Un modelo de predicción del rendimiento académico en la 2ª etapa de egb. In *Modelos de Investigación Educativa*, pages 131–170, Barcelona, 1982. Barcelona: Edicions Universitat.
- S. Rodríguez-Espinar. *Factores del rendimiento escolar*. Oikos Tau, Barcelona, 1982.
- C. Romero and S. Ventura. Educational data mining: A review of the state-of-the-art. *EEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, 40(6):601–618, 2010.
- M. Rosenberg. *Conceiving the self*. Basic Books, New York, 1979.
- H. Salmerón and A. Soriano. Diagnóstico de la inadaptación social en el período de la adolescencia. *Revista de educación de la Universidad de Granada*, 3:187–200, 1989.
- D. Santín. Detección de alumnos de riesgo y medición de la eficiencia de centros escolares mediante redes neuronales. Working report 9902, Dpto. de Economía Aplicada, Universidad Complutense. Madrid. España, 1999.
- F.M. Sater and D.C. French. A comparison of the social competencies of learning disabled and low achieving elementary children. *Journal of Special Education*, 23:111–119, 1989.
- T.R. Scranton and D.B. Ryckman. Sociometric status of learning disabled children in an integrative program. *Journal of Learning Disabilities*, 12:223–231, 1979.
- A.M. Serrano. *Inteligencias múltiples y estimulación temprana: guía para educadoras, padres y maestros*. Editorial Trillas, México, 2003.
- S. Serrano, J. Peña, R. Aguirre, P. Figueroa, and A. Madrid. *Formación de lectores y escritores autónomos. Orientaciones didácticas*. Ex Libris, Mérida, Venezuela, 2002.
- R.J. Shavelson and R. Bolous. Self-concept: The interplay of theory and methods. *Journal of Educational Psychology*, 74:3–17, 1982.

- R.J. Shavelson, J.J. Hubner, and G.C. Stanton. Validation of construct interpretations. *Psychology in the schools*, 46:407–441, 1976.
- J.B. Sheare. The impact of resource programs upon the self-concept and peer acceptance of learning disabled children. *Psychology in the Schools*, 15:63–71, 1978.
- B. Shearer. The midas manual. Technical report, U.S. Department of Education: National Institute on Disability and Rehabilitation Research, 1995.
- B. Shearer. *The MIDAS challenge: A guide to career success*. Greyden Press, New York, 1999.
- E.M. Skaalvik and K.A. Hagtvet. Academic achievement and selfconcept: A análisis of causal predominance in a developmental perspective. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58:292–307, 1990.
- I.G. Song and J. Hattie. Home environment, self-concept and academic achievement: a causal modeling approach. *Journal of Educational Psychology*, 76:1269–1281, 1984.
- N. A. Sprinshall, R. C. Sprinshall, and S. N. Oja. *Psicología de la Educación*. Editorial Mac Graw Hill, España, 6ª edición edition, 1996.
- R.J. Sternberg. *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge University Press, Nueva York, 1985.
- W.L. Stone and A.M. Lagreca. The social status of children with learning disabilities: a reexamination. *Journal of Learning Disabilities*, 23:58–68, 1990.
- J.F. Superby, J.P. Vandamme, and N. Meskens. Determination of factors influencing the achievement of the first-year university students using data mining methods. *Workshop on Educational Data Mining*, pages 37–44, 2006.
- R. Thorndike and E. Hagen. *Primary Mental Abilities*. Tests y técnicas de medición en psicología y educación, Ed. Trillas, Mexico, 1970.
- L.L. Thurstone. *Primary Mental Abilities*. University Chicago Press, Chicago, 1947.
- A. Tiana and G. Gil. Oportunidades regionales en la participación en estudios comparativos internacionales de evaluación educativa. *OEI - Ediciones - Revista Iberoamericana de Educación*, 28, Enero-Abril, 2002.
- S. Urquijo. Características psicológicas y sociales asociadas al desempeño académico, 2000. URL <http://www.fchst.unlpam.edu.ar/iciels/165.pdf>.

- A. Valle, R. González, J. Núñez, S. Martínez, and I. Pineñor. Un modelo causal sobre los determinantes cognitivo-motivacionales del rendimiento académico. *Revista de Psicología General Aplicada*, 52(4):499–519, 1999.
- J.W. Van der Zanden. *Manual de Psicología Social*. Paidós, Buenos Aires, 1986.
- J.P. Vandamme, N. Meskens, and J.F. Superby. Predicting academic performance by data mining methods. *Education Economics*, 15:405–419, 2007.
- F.J. Varela. *Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas; cartografía de las ideas actuales*. Gedisa, 1990, Barcelona, 1988.
- S. Vaughn, F. Hogan, H. Kouzekanant, and J. Shapiro. Peer acceptance, self-perceptions and social skills of learning disabled student prior to identification. *Journal of Educational Psychology*, 82:285–293, 1990.
- G. Vergnaud. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 10(2,3):133–170, 1990.
- P.E. Vernon. *Inteligencia, herencia y ambiente*. Manual Moderno, México, 1982.
- M.A. Vélez-Van and N.C. Roa. Factors associated with academic performance in medical students. *PSIC. Educación médica*, 2(8):1–10, 2005.
- E. Weber. Enfoque para enseñar las inteligencias múltiples (eeim) como modelo para la reforma de la educación media y superior. In *Quinto Seminario Internacional de Innovación Educativa, INACAP*, 1999.
- B. Weiner. *An attributional theory of motivation and emotion*. Springer-Verlang, New York, 1986.
- B. Weiner. History of motivational research in education. *Journal of Educational Psychology*, 82: 616–822, 1990.
- D.R. Wilson and T.R. Martinez. Improved heterogeneous distance functions. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 6:1–34, 1997.
- P.H. Winne, M.J. Woodlands, and B.Y.L. Wong. Comparability of self concept among learning disabled, normal and gifted students. *Journal of Learning Disabilities*, 15:470–475, 1982.
- I.H. Witten and E. Frank. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Second Edition*. Morgan Kaufmann, San Jose, CA, 2005.

- I.H. Witten, E. Frank, L. Trigg, G. Holmes, and S.J. Cunningham. *Weka: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*. The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems, New Zealand, 1999.
- R.C. Wylie. *The Self-Concept (Vol. II): Theory and research on selected topics*. Lincoln: University of Nebraska Press, USA, 1979.
- R. Xu and D. Wunsch II. Survey of clustering algorithms. *IEEE transactions on Neural Nwtworks*, 16(3):645–678, 2005.
- M. Yela. Familia y nivel mental. In J. Rof-Caballero, editor, *La familia diálogo recuperable*. Karpós, Madrid, 1976.
- C.H. Yu, S. DiGangi, A. Jannasch-Pennell, and C. Kaprolet. Retrato del perfil de estudiante que toma cursos en línea, utilizando métodos de md. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 11(2), 2008.
- C. Yuste, R. Martínez, and J.L. Galve. *Manual Técnico. Batería de aptitudes diferenciales y generales. BADyG-M*. CEPE, Madrid, España, 2002.
- J.M. Zarb. Non-academic predictors of successful academic achievement in a normal adolescent sample. *Adolescence*, 16:891–900, 1981.