

# Determinación de rasgos útiles al proceso de aprendizaje automático sobre el conjunto de datos en estudiantes de 1er y 2do año de Ingeniería Informática en Cienfuegos

**Autores:** *Carlos Aguilar Aguilar<sup>1</sup>, Viviana R. Toledo Rivero<sup>2</sup>, Kadir Hector Ortíz<sup>3</sup>,*

**Institución:** UMET, Quito, Ecuador  
Universidad de Cienfuegos, Cuba

**Correo:** [paulioski2015@gmail.com](mailto:paulioski2015@gmail.com)  
[kadirhectorortiz@gmail.com](mailto:kadirhectorortiz@gmail.com)

## Introducción

En el último lustro se ha observado en la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad de Cienfuegos que los estudiantes confrontan dificultades académicas, que se traducen posteriormente en un pobre rendimiento, fundamentalmente en el primer y segundo años, lo que con frecuencia trae consigo falta de motivación por los estudios, alumnos que repiten, y en el peor de los casos deserción escolar.

Con el objetivo de explicar este fenómeno, y con la idea de disminuir sus efectos, se decide aplicar técnicas de aprendizaje automático que permitan descubrir las causas principales de tal comportamiento. El proceso de aprendizaje automático requiere como primer paso, depurar el conjunto de datos, haciendo un análisis para determinar el conjunto de los rasgos más importantes que deberán ser utilizados.

Es notable la cantidad de ejemplos donde el desempeño de los algoritmos de clasificación puede ser mejorada si se eliminan atributos irrelevantes. Aunque la mayoría de los algoritmos de aprendizaje automático están diseñados para aprender cuáles son los atributos apropiados para tomar decisiones, en la práctica cuando existen atributos irrelevantes frecuentemente se “confunden”. Debido al efecto negativo que sobre el aprendizaje provocan los mismos -de 5 a un 10 % de deterioro en situaciones probadas sobre árboles de decisión - es común preceder al aprendizaje con la selección de atributos que elimine sino todos, la mayoría de los atributos irrelevantes. En este artículo se explica el proceso de selección de atributos que precede a la utilización de técnicas de aprendizaje automático, tales como redes neuronales y/o árboles de decisión. Se utiliza como conjunto de datos, los resultados académicos alcanzados por estudiantes de 1ro y 2do años de la carrera de Ingeniería Informática en la Universidad de Cienfuegos.

## Desarrollo

La selección de rasgos consiste en encontrar el subconjunto de atributos del conjunto de datos original que mejor describe los objetos del dominio; tiene como meta reducir la dimensión del conjunto de rasgos a través de la selección del subconjunto de rasgos de mejor desempeño bajo algún criterio de clasificación, durante este proceso se eliminan rasgos que podrían resultar redundantes proporcionando así una mejor representación de la información original reduciendo significativamente el costo computacional y contribuyendo a una mejor generalización del algoritmo de aprendizaje.

Este procedimiento de selección de rasgos, no se ha realizado en nuestro centro con anterioridad, y se desconoce de trabajos idénticos que hayan sido realizados en otros centros del país.

Como primer paso, los conjuntos de datos se convierten a formato ARFF, con fines de trabajarlas en el software WEKA, quedando listas para realizar selección de rasgos.

Este proceso de selección de rasgos se les aplicó a dos conjuntos a los cuales hemos denominado:

- ◆ Conjunto 1er año.
- ◆ Conjunto 2do año.

### **Obtención de los conjuntos de datos.**

Estos conjuntos de datos fueron confeccionados con los resultados académicos alcanzados por los estudiantes de 1er y 2do años de la carrera de Ingeniería Informática en la Universidad de Cienfuegos y constan de 16 y 18 rasgos respectivamente.

En ambos conjuntos existe un rasgo objetivo Aprueba, que toma valores en el conjunto {sí,no}. Si un alumno aprueba el año el valor de su rasgo objetivo Aprueba será *sí*, y *no* en caso contrario.

Los restantes rasgos se corresponden con los resultados alcanzados en las asignaturas del año respectivamente, y toman valores numéricos en el intervalo [0,5].

Los valores del 2 al 5 tienen el mismo significado que habitualmente se le da en el sistema de evaluación de los Centros de Educación Superior en Cuba: 2- No aprobado, 3- Regular, 4- Bien y 5- Excelente.

Y cada valor representa la nota final con que terminó esa asignatura.

Los valores 0 y 1 son utilizados para significar aquellos estudiantes que han sido Eximidos o han Convalidado alguna asignatura en un año.

Los datos fueron recolectados durante los cursos 2010-211, 2011-12, 2012-13 y 2013-14; resultando para el conjunto de 1er año un total de 114 instancias y para el de segundo un total de 120. Las nombres de las asignaturas y las abreviaturas utilizadas pueden ser consultados en el *Anexo 1.1*. La estructura de los conjuntos de datos en su formato ARFF utilizados en la selección de rasgos pueden ser consultados en el *Anexo 1.2*.

## **Método**

Se utiliza el Software Weka para la selección de atributos, en particular la pestaña *Select Attributes*, el objetivo de estos métodos es identificar, mediante un conjunto de datos que poseen unos ciertos atributos, aquellos atributos que tienen más peso a la hora de determinar si los datos son de una clase u otra. (García Morate, 2012).

Sobre cada uno de los conjuntos se aplicaron los evaluadores *CfsSubsetEval* e *InfoGainAttributeEval* asociados a métodos de búsqueda y modos de evaluación como se presenta de forma resumida en el acápite de *Resultados y discusión*.

*CfsSubsetEval* evalúa el valor de un conjunto de atributos considerando su habilidad predictiva individual junto con el grado de redundancia entre ellos, los subconjuntos de atributos que se encuentran altamente correlacionados con la clase mientras tienen baja inter-correlación entre ellos resultan ser los seleccionados.

Mientras, el *InfoGainAttributeEval*, evalúa los atributos midiendo la ganancia de la información de cada uno con respecto a la clase, previamente discretiza los atributos numéricos. (Lorenzo, 2002)

Estos evaluadores se combinan con los métodos de búsqueda siguientes:

*BestFirst*: utiliza el algoritmo Greedy hill-climbing aumentado con la facilidad de backtracking.

*FCBFSearch*: basado en la medida de la correlación y un análisis de redundancia y relevancia.

*Ranker*: Le da un rango a cada uno de los atributos atendiendo a su importancia individual. Se usa en conjunción con los evaluadores.

El método de búsqueda es el encargado de determinar el estilo en que la búsqueda es realizada.

La selección de atributos puede adicionalmente ser hecha en dos formas: (Selvakuberan, Indradevi, & Rajaram, 2008)

- Usando todo el conjunto de datos como conjunto de entrenamiento (training set)

- Usando validación cruzada, donde el conjunto es dividido, y una parte es utilizado para el entrenamiento.(cross validation : CV)

A continuación se muestra el resultado de experimentar con los evaluadores y métodos de búsqueda seleccionados. La cantidad de atributos seleccionados por cada algoritmo utilizado se especifican en la penúltima columna de las tablas.

## Resultados y discusión.

### Conjunto 1er Año.

Bases de Datos	Evaluador de atributo	Método de búsqueda	Modo Eval.	Cantidad de atributos seleccionados	Anexo
Conjunto 1er año. Arff	CfsSubsetEval	BestFirst -D 1 -N 5	10 Folds CV	15	2_1
			Training set	4 (1,3,13,14)	2_2
		FCBFSearch	10 Folds CV	15	2_3
			Training set	15	2_4
	InfoGainAttributeEval	Ranker	10 Folds CV	15	2_5
			Training set	15	2_6

**Tabla no. 1:** Algoritmos de selección aplicados al conjunto 1er Año.

De la aplicación de la selección de rasgos en el Conjunto de 1er Año se obtiene:

- Con diferentes evaluadores y métodos de búsqueda, que solo en uno de los seis casos se eliminan atributos. (Anexo 2-2). En el resto de los casos resultan seleccionados los 15 atributos. El resultado de la aplicación de los conjuntos puede ser consultado en el Anexo 2. (del 2\_1 al 2\_6).
- La combinación de CfsSubsetEval con BestFirst y modo de evaluación Training Set (ver Anexo 2\_2) selecciona solo 4 atributos: Mat I, FInf, MD y Mat II. Estos cuatro atributos tienen importancia en el primer año de la carrera pero no son los únicos, de los 15 atributos a discriminar quedan fuera de esta selección atributos como IP y DPOO que, por la experiencia acumulada en el colectivo de año y por valoración de los profesores de estas asignaturas, así como por entrevistas a los estudiantes tienen mayor peso que el conferido por este método. Se compara este resultado con los ofrecidos por los algoritmos InfoGainAttributeEval con Ranker en ambos

modos de evaluación y se comprueba lo aportado por los expertos y las entrevistas realizadas.(Ver Anexo 2\_5 y 2\_6)

Se decide por el equipo investigador lo siguiente:

- *Primero:* aceptar el *Conjunto de 1er Año* con todos los atributos, teniendo en cuenta el resultado dado por 5 de los 6 métodos aplicados, y
- *Segundo:* probar con un segundo conjunto para el 1er Año que incluya los atributos de mayor peso (según el InfoGainAttributeEval con Ranker con ambos modos de evaluación – anexos 2\_5 y 2\_6) al que denominamos *Conjunto\_1er Año\_sel\_rasg* que contendrá los 10 atributos más importantes según el InfoGainAttributeEval con Ranker y modo de evaluación cross validation con 10 folds. Resultan seleccionados para este conjunto los atributos: *Mat I, Mat II, FyS, MD, IP, DPOO, Flnf, IdEx II, Alg y GA e IGS*, listados aquí según el orden que les confiere este algoritmo.(ver Anexo 2\_5)

### Conjunto 2do Año.

Bases de Datos	Evaluador de atributo	Método de búsqueda	Modo Eval.	Cantidad de atributos seleccionados	Anexo	
Conjunt o 2do año. Arff	CfsSubsetEval	BestFirst -D 1 -N 5	10 Folds CV	17	2_7	
			Training set	6 (1,3,4,10,11,12 )	2_8	
	FCBFSearch	FCBFSearch	10 Folds CV	9	2_9	
			Training set	9	2_10	
	InfoGainAttribut eEval	Ranker	Ranker	10 Folds CV	17	2_11
				Training set	17	2_12

**Tabla no. 2:** Algoritmos de selección aplicados al conjunto 2do Año.

El resultado de la aplicación de los algoritmos puede ser consultado en el Anexo 2 (del 2\_7 al 2\_12).

De la aplicación de la selección de rasgos en el Conjunto de 2do Año se obtiene; con diferentes evaluadores y métodos de búsqueda, que:

- Cuando se utiliza CfsSubsetEval con BestFirst los resultados entre el modo de evaluación cross validation y training set difieren, obteniéndose en el primer caso el total de los atributos y en el segundo solo seis de ellos, siendo esta selección sometida a criterio de expertos. Se observa que en esta selección es eliminado el rasgo *Mat IV* que es considerado por todos como importante, tampoco incluye la *PProf.* (ver Anexos 2\_7 y 2\_8)
- Cuando se utiliza CfsSubsetEval con FCBFSearch los resultados convergen con ambos modos de evaluación, resultando seleccionados nueve rasgos en

total, que incluye además de los seis del método anterior los rasgos *Mat IV*, *PProf* y *aprueba* que es el rasgo objetivo. (ver Anexos 2\_9 y 2\_10)

- Cuando se utiliza *InfoGainAttributeEval* con *Ranker*, se obtienen todos los rasgos ordenados por su importancia, para ambos modos de evaluación. Coincidentemente en este caso los primeros rasgos ordenados por este método coinciden con el resultado que ofrece el método anterior.(ver Anexos 2\_11 y 2\_12)

Teniendo en cuenta lo explicado antes, se decide:

- Seleccionar como rasgos para *Conjunto\_2do\_año\_sel\_rasgos* los siguientes: *mat iii*, *ed1*, *ia*, *mat iv*, *Acomp*, *ed2*, *bd*, *PProf* además del rasgo objetivo *Aprueba*. Estos son los rasgos que aporta el método *CfsSubsetEval* con *FCBFSearch* en ambos modos de evaluación.
- De los rasgos seleccionados antes se observa que los atributos eliminados por los algoritmos usados son los correspondientes a las asignaturas *Dnac*, *epcap*, *idex3*, *segNac*, *TSP*, *EF 3*, *EF iv*, *idex 4* y *elec1*. Estos rasgos corresponden con las asignaturas del ciclo de humanidades y cultura física que contemplan todos los planes de estudio de todas las carreras universitarias en el país, por lo que se decide con fines comparativos utilizar ambos conjuntos, el conjunto original con todas las asignaturas del año (*Conjunto 2do Año*), y el conjunto que se obtiene como resultado de la selección de rasgos.

Una vez terminada la selección de rasgos, se tienen nuevos conjuntos de datos para explorar, que serán utilizados en un momento futuro de la investigación:

- Conjunto 1er año\_sel\_rag.(11 atributos)
- Conjunto 2do año\_sel\_rag.(9 atributos)

Las estructuras de los nuevos conjuntos obtenidos se encuentran en el *Anexo 3*.

## Conclusiones

El proceso de selección de rasgos aplicado a los conjuntos de datos de 1er y 2do año de la carrera de Ingeniería Informática en la UCF permite concluir:

- La combinación de evaluadores y métodos de búsqueda da mejores resultados que cuando se utiliza un solo método por separado.
- En la selección de los rasgos para los conjuntos reducidos, influye el conocimiento del dominio y el significado que cada atributo tiene para la investigación, lo que debe ser tenido en cuenta en conjunción con lo aportado por los algoritmos.
- Los nuevos conjuntos de datos obtenidos reducen la dimensión del conjunto original, en el caso de primer año en cinco atributos (33%) y en el de segundo en nueve atributos (50%).

## Bibliografía

Weiss, S., & Indurkha, N. (1998). *Predictive data mining:A practical guide*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

*WEKA Ecured*. (s.f.). Recuperado el 05 de 02 de 2015, de <http://www.ecured.cu/index.php/Weka>

Witten, I. &. (2005). *Data Mining:practical machine learning tools and techniques* (2da ed.). Morgan Kaufmann Publishers.

## Trabajos citados

García Morate, D. (2012). *Manual de Weka*.

Lorenzo, J. (2002). *Selección de atributos en Aprendizaje Automático basado en la Teoría de la Información*. Facultad de Ciencias de la Computación. Gran Canaria: Universidad de Las Palmas.

Selvakuberan, K., Indradevi, M., & Rajaram, R. (2008). Combined Feature Selection and classification – A novel. *Journal of Information and Computing Science*, 83-89.

## Anexos

### Anexo 1.1

#### Rasgos Conjunto 1er Año

Mat I:Matemática I  
Mat II:Matemática II  
FyS:Filosofía y Sociedad  
Finf: Fundamentos de Informática  
IP: Introducción a la Programación  
EF I:Educación Física I  
EF II:Educación Física II  
IdEx I:Idioma Extranjero I  
IdEx II:Idioma Extranjero II  
Alg y GA:Algebra y Geometría Analítica  
HCUba:Historia de Cuba  
DPOO:Diseño y Prog.Orientada a Objetos.  
IGS:Ingeniería y Gestión de Software  
MD: Matemática Discreta  
EPCap:Economía Política del Capitalismo.

#### Rasgos Conjunto 1er Año

Mat III:Matemática III  
Mat IV:Matemática IV  
Epcpa:Economía Pol. del Socialismo  
ED I:Estructura de datos I  
ED II:Estructura de datos II  
EF III:Educación Física III  
EF IV:Educación Física IV  
IdEx III:Idioma Extranjero III  
IdEx IV:Idioma Extranjero IV  
IIA:Introducción a la Inteligencia Artificial.  
SegNac:Seguridad Nacional  
Elec:electiva I  
  
Arqomp:Arquitectura de Computadoras  
BD:bases de datos  
TSP:teoría sociopolítica  
  
DeNac:Defensa Nacional  
Pprof:Práctica Profesional

### Anexo 1.2 - Conjuntos originales de datos.

#### Anexo A11 - Conjunto 1er Año. 16 rasgos

@relation 'Conjunto\_1er año'

@attribute 'Mat I' numeric  
@attribute FyS numeric  
@attribute Finf numeric

#### Anexo 12 - Conjunto 2do Año. 18 rasgos

@relation 'Conjunto 2do año'

@attribute 'Mat III' numeric  
@attribute Epcap numeric  
@attribute 'ED I' numeric

@attribute IP numeric  
 @attribute 'EF I ' numeric  
 @attribute 'Id0 I' numeric  
 @attribute 'Alg y GA' numeric  
 @attribute H1uba numeric  
 @attribute 'Id0 II' numeric  
 @attribute DPOO numeric  
 @attribute 'EF II' numeric  
 @attribute IGS numeric  
 @attribute MD numeric  
 @attribute 'Mat II' numeric  
 @attribute EP1ap numeric  
 @attribute aprueba {si,no}

@data  
 5,5,4,5,5,5,4,3,4,5,5,4,4,4,5,si  
 3,4,4,4,5,5,3,4,4,5,5,4,3,3,3,si  
 4,3,4,2,5,4,3,5,3,3,5,3,3,3,4,no  
 3,4,4,3,5,4,4,4,3,5,5,3,3,3,3,si  
 3,4,4,2,5,4,3,4,3,3,5,3,3,3,4,no  
 .....  
 2,3,4,2,5,4,2,3,3,2,5,4,2,2,3,no  
 3,3,5,3,5,4,3,4,3,3,5,3,3,3,3,si  
 5,5,4,4,5,5,4,4,3,5,5,4,4,5,4,si

@attribute IIA numeric  
 @attribute 'IdEx III' numeric  
 @attribute SegNac numeric  
 @attribute 'EF 3' numeric  
 @attribute 'elec ' numeric  
 @attribute 'Mat IV' numeric  
 @attribute Arqomp numeric  
 @attribute 'ED 2' numeric  
 @attribute BD numeric  
 @attribute TSP numeric  
 @attribute 'IdEx IV' numeric  
 @attribute DeNac numeric  
 @attribute 'EF iv' numeric  
 @attribute Pprof numeric  
 @attribute aprueba {no,si}

@data  
 2,3,2,2,3,2,4,3,3,3,2,2,3,3,2,4,2,no  
 2,3,2,2,3,3,5,4,3,2,2,3,4,4,3,5,2,no  
 2,2,2,2,4,3,5,3,3,2,2,2,3,4,3,5,2,no  
 .....  
 3,3,4,3,3,3,2,3,3,4,3,3,4,4,3,3,5,no  
 3,5,2,3,3,5,4,4,3,3,2,3,3,3,4,4,2,no  
 2,2,2,2,5,3,4,3,2,2,2,2,2,5,3,5,5,no

## Anexos 2

### Anexo 2\_1

=== Run information ===

Evaluator:  
 weka.attributeSelection.CfsSubsetEval  
 Search:  
 weka.attributeSelection.BestFirst -D 1 -N 5  
 Relation: Conjunto\_1ro año-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R1-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R1-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R1-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R1-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R16  
 Instances: 114  
 Attributes: 16  
     Mat I  
     FyS  
     Flnf  
     IP

### Anexo 2\_2

=== Run information ===

Evaluator:  
 weka.attributeSelection.CfsSubsetEval  
 Search:  
 weka.attributeSelection.BestFirst -D 1 -N 5  
 Relation: Conjunto\_1ro año-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R1-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R1-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R1-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R1-  
 weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
 R16  
 Instances: 114  
 Attributes: 16  
     Mat I  
     FyS  
     Flnf  
     IP

EF I  
IdEx I  
Alg y GA  
HCuba  
IdEx II  
DPOO  
EF II  
IGS  
MD  
Mat II  
EPCap  
aprueba

Evaluation mode: 10-fold cross-validation

=== Attribute selection 10 fold cross-validation (stratified), seed: 1 ===

number of folds (%) attribute

10(100 %) 1 Mat I  
6( 60 %) 2 FyS  
10(100 %) 3 FInf  
2( 20 %) 4 IP  
0( 0 %) 5 EF I  
0( 0 %) 6 IdEx I  
0( 0 %) 7 Alg y GA  
1( 10 %) 8 HCuba  
0( 0 %) 9 IdEx II  
3( 30 %) 10 DPOO  
0( 0 %) 11 EF II  
0( 0 %) 12 IGS  
10(100 %) 13 MD  
10(100 %) 14 Mat II  
0( 0 %) 15 EPCap

### Anexo 2\_3

=== Run information ===

Evaluator:

weka.attributeSelection.CfsSubsetEval

Search:

weka.attributeSelection.FCBFSearch -D  
false -T -1.7976931348623157E308 -N -1

Relation: Conjunto\_1ro año-

weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-

weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-

weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-

EF I  
IdEx I  
Alg y GA  
HCuba  
IdEx II  
DPOO  
EF II  
IGS  
MD  
Mat II  
EPCap  
aprueba

Evaluation mode: evaluate on all training data

=== Attribute Selection on all input data ===

Search Method:

Best first.

Start set: no attributes

Search direction: forward

Stale search after 5 node expansions

Total number of subsets evaluated:

103

Merit of best subset found: 0.414

Attribute Subset Evaluator (supervised,

Class (nominal): 16 aprueba):

CFS Subset Evaluator

Including locally predictive attributes

Selected attributes: 1,3,13,14 : 4

Mat I

FInf

MD

Mat II

### Anexo 2\_4

=== Run information ===

Evaluator:

weka.attributeSelection.CfsSubsetEval

Search:

weka.attributeSelection.FCBFSearch -D  
false -T -1.7976931348623157E308 -N -1

Relation: Conjunto\_1ro año-

weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-

weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-

weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-

weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R16  
Instances: 114  
Attributes: 16  
 Mat I  
 FyS  
 FInf  
 IP  
 EF I  
 IdEx I  
 Alg y GA  
 HCuba  
 IdEx II  
 DPOO  
 EF II  
 IGS  
 MD  
 Mat II  
 EPCap  
 aprueba  
 Evaluation mode: 10-fold cross-validation

### Anexo 2\_5

=== Run information ===

Evaluator:  
weka.attributeSelection.InfoGainAttributeEv  
al  
 Search: weka.attributeSelection.Ranker  
-T -1.7976931348623157E308 -N -1  
 Relation: Conjunto\_1ro año-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R16  
 Instances: 114  
 Attributes: 16  
 Mat I  
 FyS  
 FInf  
 IP  
 EF I  
 IdEx I

weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R16  
Instances: 114  
Attributes: 16  
 Mat I  
 FyS  
 FInf  
 IP  
 EF I  
 IdEx I  
 Alg y GA  
 HCuba  
 IdEx II  
 DPOO  
 EF II  
 IGS  
 MD  
 Mat II  
 EPCap  
 aprueba  
 Evaluation mode: evaluate on all training  
data

### Anexo 2\_6

=== Run information ===

Evaluator:  
weka.attributeSelection.InfoGainAttributeEv  
al  
 Search: weka.attributeSelection.Ranker  
-T -1.7976931348623157E308 -N -1  
 Relation: Conjunto\_1ro año-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R16  
 Instances: 114  
 Attributes: 16  
 Mat I  
 FyS  
 FInf  
 IP  
 EF I  
 IdEx I

Alg y GA  
HCuba  
IdEx II  
DPOO  
EF II  
IGS  
MD  
Mat II  
EPCap  
aprueba

Evaluation mode: 10-fold cross-validation

=== Attribute selection 10 fold cross-validation (stratified), seed: 1 ===

average merit	average rank	attribute
0.531 +- 0.028	1 +- 0	1 Mat I
0.438 +- 0.031	2 +- 0	14 Mat II
0.356 +- 0.031	3.4 +- 0.49	2 FyS
0.325 +- 0.027	4.1 +- 1.14	13 MD
0.292 +- 0.024	5 +- 0.77	4 IP
0.281 +- 0.024	5.7 +- 0.78	10 DPOO
0.239 +- 0.019	7 +- 0.63	3 Flnf
0.203 +- 0.022	8.5 +- 1.12	9 IdEx II
0.191 +- 0.019	9 +- 0.89	7 Alg y GA
0.166 +- 0.015	10.1 +- 0.83	12 IGS
0.171 +- 0.019	10.2 +- 0.98	8 HCuba
0.119 +- 0.018	12.2 +- 0.6	6 IdEx I
0.095 +- 0.013	12.9 +- 0.3	15 EPCap
0.054 +- 0.015	13.9 +- 0.3	5 EF I
0.014 +- 0.004	15 +- 0	11 EF II

## Anexo 2\_7

=== Run information ===

Evaluator:  
weka.attributeSelection.CfsSubsetEval  
Search:  
weka.attributeSelection.BestFirst -D 1 -N 5

Alg y GA  
HCuba  
IdEx II  
DPOO  
EF II  
IGS  
MD  
Mat II  
EPCap  
aprueba

Evaluation mode: evaluate on all training data

=== Attribute Selection on all input data ===

Search Method:  
Attribute ranking.  
Attribute Evaluator (supervised, Class (nominal): 16 aprueba):  
Information Gain Ranking Filter

Ranked attributes:  
0.5274 1 Mat I  
0.4347 14 Mat II  
0.3479 2 FyS  
0.3213 13 MD  
0.2845 4 IP  
0.2743 10 DPOO  
0.2337 3 Flnf  
0.198 9 IdEx II  
0.1852 7 Alg y GA  
0.1657 8 HCuba  
0.1603 12 IGS  
0.112 6 IdEx I  
0.0861 15 EPCap  
0.0444 5 EF I  
0.0102 11 EF II

Selected attributes:  
1,14,2,13,4,10,3,9,7,8,12,6,15,5,11 : 15

## Anexo 2\_8

=== Run information ===

Evaluator:  
weka.attributeSelection.CfsSubsetEval  
Search:  
weka.attributeSelection.BestFirst -D 1 -N 5

Relation: Conjunto 2do año-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-4,22

Instances: 120

Attributes: 18

mat iii  
epcap  
ed1  
iaa  
idex 3  
segNac  
EF 3  
elec 1  
mat iv  
Acomp  
ED 2  
BD  
TSP  
idex 4  
Dnac  
EF iv  
Pprof  
aprueba

Evaluation mode: 10-fold cross-validation

=== Attribute selection 10 fold cross-  
validation (stratified), seed: 1 ===

number of folds (%) attribute

10(100 %) 1 mat iii  
1( 10 %) 2 epcap  
10(100 %) 3 ed1  
10(100 %) 4 iia  
0( 0 %) 5 idex 3  
0( 0 %) 6 segNac  
4( 40 %) 7 EF 3  
0( 0 %) 8 elec 1  
4( 40 %) 9 mat iv  
5( 50 %) 10 Acomp  
10(100 %) 11 ED 2  
10(100 %) 12 BD  
0( 0 %) 13 TSP  
0( 0 %) 14 idex 4  
0( 0 %) 15 Dnac  
0( 0 %) 16 EF iv  
3( 30 %) 17 Pprof

**Anexo 2\_9**

Relation: Conjunto 2do año-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-4,22

Instances: 120

Attributes: 18

mat iii  
epcap  
ed1  
iaa  
idex 3  
segNac  
EF 3  
elec 1  
mat iv  
Acomp  
ED 2  
BD  
TSP  
idex 4  
Dnac  
EF iv  
Pprof  
aprueba

Evaluation mode: evaluate on all training  
data

=== Attribute Selection on all input data ===

Search Method:

Best first.

Start set: no attributes

Search direction: forward

Stale search after 5 node expansions

Total number of subsets evaluated:

136

Merit of best subset found: 0.412

Attribute Subset Evaluator (supervised,

Class (nominal): 18 aprueba):

CFS Subset Evaluator

Including locally predictive attributes

Selected attributes: 1,3,4,10,11,12 : 6

mat iii  
ed1  
iaa  
Acomp  
ED 2  
BD

**Anexo 2\_10**

=== Run information ===

Evaluator:  
weka.attributeSelection.CfsSubsetEval  
Search:  
weka.attributeSelection.FCBFSearch -D  
true -T -1.7976931348623157E308 -N -1  
Relation: Conjunto 2do año-2clases-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R2,5-8,13-16  
Instances: 120  
Attributes: 9  
mat iii  
ed1  
iia  
mat iv  
A1omp  
ED 2  
BD  
Pprof  
aprueba2  
Evaluation mode: 10-fold cross-validation

### Anexo 2\_11

=== Run information ===

Evaluator:  
weka.attributeSelection.InfoGainAttributeEv  
al  
Search: weka.attributeSelection.Ranker  
-T -1.7976931348623157E308 -N -1  
Relation: Conjunto 2do año-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-4,22  
Instances: 120  
Attributes: 18  
mat iii  
epcap  
ed1  
iia  
idex 3  
segNac  
EF 3  
elec 1  
mat iv  
Acomp  
ED 2  
BD  
TSP  
idex 4

=== Run information ===

Evaluator:  
weka.attributeSelection.CfsSubsetEval  
Search:  
weka.attributeSelection.FCBFSearch -D  
true -T -1.7976931348623157E308 -N -1  
Relation: Conjunto 2do año-2clases-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R2,5-8,13-16  
Instances: 120  
Attributes: 9  
mat iii  
ed1  
iia  
mat iv  
A1omp  
ED 2  
BD  
Pprof  
aprueba2  
Evaluation mode: evaluate on all training  
data

### Anexo 2\_12

=== Run information ===

Evaluator:  
weka.attributeSelection.InfoGainAttributeEv  
al  
Search: weka.attributeSelection.Ranker  
-T -1.7976931348623157E308 -N -1  
Relation: Conjunto 2do año-  
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-  
R1-4,22  
Instances: 120  
Attributes: 18  
mat iii  
epcap  
ed1  
iia  
idex 3  
segNac  
EF 3  
elec 1  
mat iv  
Acomp  
ED 2  
BD  
TSP  
idex 4

Dnac  
EF iv  
Pprof  
aprueba

Evaluation mode: 10-fold cross-validation  
=== Attribute selection 10 fold cross-validation (stratified), seed: 1 ===

average merit	average rank	attribute
0.475 +- 0.028	1.1 +- 0.3	3 ed1
0.403 +- 0.028	2.6 +- 1.11	1 mat iii
0.4 +- 0.032	2.9 +- 0.7	12 BD
0.383 +- 0.027	3.6 +- 0.66	11 ED 2
0.329 +- 0.019	5.7 +- 1	9 mat iv
0.315 +- 0.038	6.4 +- 1.69	4 iia
0.314 +- 0.025	6.9 +- 1.14	10 Acomp
0.299 +- 0.015	7.5 +- 1.12	15 Dnac
0.291 +- 0.027	8.3 +- 0.9	2 epcap
0.23 +- 0.029	10.8 +- 0.98	17 Pprof
0.226 +- 0.028	10.9 +- 0.94	5 idex 3
0.198 +- 0.021	12.8 +- 1.33	6 segNac
0.196 +- 0.028	13.2 +- 1.17	13 TSP
0.178 +- 0.03	13.7 +- 2.28	7 EF 3
0.175 +- 0.026	14.4 +- 0.92	16 EF iv
0.156 +- 0.014	15.6 +- 0.8	14 idex 4
0.133 +- 0.014	16.6 +- 0.92	8 elec 1

Dnac  
EF iv  
Pprof  
aprueba

Evaluation mode: evaluate on all training data  
=== Attribute Selection on all input data ===  
Search Method:Attribute ranking.

Attribute Evaluator (supervised, Class (nominal): 18 aprueba):  
Information Gain Ranking Filter

Ranked attributes:

0.468	3 ed1
0.396	12 BD
0.394	1 mat iii
0.38	11 ED 2
0.323	9 mat iv
0.312	10 Acomp
0.303	4 iia
0.288	15 Dnac
0.279	2 epcap
0.222	17 Pprof
0.215	5 idex 3
0.186	13 TSP
0.185	6 segNac
0.17	7 EF 3
0.167	16 EF iv
0.148	14 idex 4
0.124	8 elec 1

Selected attributes:

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

### Anexo 3

#### Anexo 3\_1 - Conjunto 1er año con selección de rasgos. 11 rasgos

@relation 'Conjunto\_1er año selrasg'

@attribute 'Mat I' numeric  
@attribute FyS numeric  
@attribute FInf numeric  
@attribute IP numeric  
@attribute 'Alg y GA' numeric  
@attribute 'Id0 II' numeric  
@attribute DPOO numeric  
@attribute IGS numeric  
@attribute MD numeric  
@attribute 'Mat II' numeric

#### Anexo 3\_2 -Conjunto 2do año con selección de rasgos. 9 rasgos

@relation 'Conjunto 2do año selrasg'

@attribute 'mat iii' numeric  
@attribute ed1 numeric  
@attribute iia numeric  
@attribute 'mat iv' numeric  
@attribute Acomp numeric  
@attribute 'ED 2' numeric  
@attribute BD numeric  
@attribute Pprof numeric  
@attribute aprueba {no,si}  
@data

@attribute aprueba {si,no}

@data

5,5,4,5,4,4,5,4,4,4,si

3,4,4,4,3,4,5,4,3,3,si

4,3,4,2,3,3,3,3,3,3,no

3,4,4,3,4,3,5,3,3,3,si

3,4,4,3,3,3,3,4,3,4,no

.....

4,3,4,2,3,3,3,3,3,3,no

3,4,4,3,4,3,5,3,3,3,si

3,4,4,2,3,3,3,3,3,3,no

2,2,2,3,3,2,2,2,no

2,2,2,3,2,2,3,2,no

2,2,2,3,2,2,2,2,no

4,4,3,5,3,5,4,5,si

2,3,3,3,3,3,3,4,si

2,2,2,3,2,3,3,4,no

.....

5,3,3,4,3,4,4,4,si

4,3,3,5,4,3,5,5,si

4,3,4,4,3,3,5,4,si