

DIAGNÓSTICO DEL ESTILO DE APRENDIZAJE PREDOMINANTE BASADO EN MINERÍA DE DATOS Y EL MODELO DE FELDER: APLICACIONES AL ELEARNIG 3.0

DIAGNOSTIC OF PREVAILING LEARNING STYLE BASED ON DATA MINING AND FELDER'S MODEL: ELEARNIG 3.0 APPLICATIONS

Yasunari del Valle Ramírez León

ydelvramirez@usb.ve

Universidad Simón Bolívar-Sede Litoral
Naiguatá, Estado Vargas, Venezuela, CP. 1160

José Antonio Ortega Carrillo

Universidad de Granada
Cuesta del Hospicio s/n, Granada, España, CP. 18007
jaorte@ugr.es

Resumen

En este artículo se describe el proceso de diagnóstico del estilo de aprendizaje de un grupo de estudiantes específico, empleando el Cuestionario sobre el Índice de Estilos de Aprendizaje de Felder y minería de datos, mediante la aplicación del análisis basado en *clustering*.

En principio, a modo de contextualización se enfoca lo referido al ámbito teórico del modelo de estilos de aprendizaje de Felder y el Cuestionario sobre el Índice de Estilos de Aprendizaje de Felder, los conceptos relativos a la minería de datos aplicada a la educación y una breve reseña del software *WEKA*. Posteriormente, se muestra la correspondencia entre los estilos de aprendizaje y las posibles respuestas del Cuestionario sobre el Índice de Estilos de Aprendizaje, empleado para determinar el estilo de aprendizaje de la población estudiada. Del mismo modo, se expone el proceso de obtención del estilo de aprendizaje predominante en la muestra poblacional en estudio, de acuerdo con el análisis basado en los clústeres obtenidos. Finalmente, se exponen las conclusiones inherentes a la temática abordada.

Palabras clave: Estilos de aprendizaje, modelo de Felder, clúster, minería de datos, *WEKA*, Elearning 3.0.

Abstrat

This article describes the process of diagnosis of a group of students learning style, using the index of learning styles questionnaire of Felder and data mining, through the application of clustering analysis.

At first, we explain the theoretical field of model learning styles of the questionnaire on the index of styles of learning of Felder and Felder, the concept of data mining applied to education and a reference of the WEKA software.

After, we show the correspondence between learning styles and the answers of the questionnaire on the learning styles index, to determine the style of learning of the studied population. In the same way, sets out the process of procurement of the main learning style in the studied population, according to the analysis based on the clusters obtained. Finally, we expose the conclusion obtained.

Keywords: Learning styles, Felder model, cluster, data mining, WEKA, Elearning 3.0.

1. INTRODUCCIÓN

En la práctica docente, sin importar la modalidad (presencial o virtual) es importante considerar aspectos relacionados con las particularidades cognitivas de los discentes. En tal sentido, Vélez (2008) expresa:

“[...] el aprendizaje es un proceso muy complejo que involucra múltiples variables y que por ser un acto humano implica que es particular y que se lleva a cabo de manera diferente en cada individuo”.

En virtud de lo anterior, muchos investigadores en el campo de la educación consideran los estilos de aprendizaje como un factor importante en el proceso de aprendizaje y están de acuerdo en que incorporándolos a la educación, se puede facilitar el aprendizaje del alumnado (Hong y Kinshuk, (2004)). Para poder materializar este objetivo, el profesorado debe hacer uso de ciertas herramientas para determinar estilos de aprendizaje predominantes en su población estudiantil, para de este modo, encauzar sus esfuerzos hacia la aplicación de estrategias didácticas cónsonas con estos.

En el ánimo de ilustrar cómo se puede aplicar la minería de datos y el análisis de *clustering* para determinar estilos de aprendizaje, apoyado por un modelo definido, que en el caso particular de este trabajo, es el modelo de Felder, es que se desarrolla la presente investigación.

1.1 El Modelo de Estilo de Aprendizaje

Un estilo de aprendizaje se define como unas preferencias o resistencias características en el modo en que el alumno adquiere y procesa la información (Felder, 1988) y ello determina la única forma de aprender que tiene cada alumno.

En el modelo de Felder (Felder, 1988), se definen diferentes dimensiones relativas a cómo el alumnado procesa la información (descritas en la tabla 1), de modo que cada dimensión tiene dos posibles valores.

Dimensión	Estilos	Descripción
Procesamiento	Activo	Tiende a hacerlo mejor cuando puede trabajar en ello y en realidad experimenta o manipula cosas manualmente.
	Reflexivo	Prefiere pensar las cosas a fondo antes de actuar.
Percepción	Sensorial	Se orienta hacia hechos Percepción y datos concretos.
	Intuitiva	Prefiere lo conceptual y teórico a lo concreto.
Entrada	Visual	Prefiere ver lo que está aprendiendo a través de gráficos, diagramas e imágenes.
	Verbal	Tiene mayor éxito cuando oye o lee la información con palabras.
Comprensión	Secuencial	Prefiere disponer la información de forma lineal y ordenada.
	Global	Prefiere ver la imagen de conjunto primero.

Tabla N° 1. Comportamiento de los estudiantes de acuerdo con su aprendizaje.

Para diagnosticar el estilo de aprendizaje de un estudiante, de acuerdo al modelo de Felder, se emplea el Cuestionario sobre el Índice de Estilos de Aprendizaje de Felder (1984), contentivo de 11 preguntas para cada dimensión (procesamiento, percepción, entrada, comprensión). Las dos posibles respuestas (a y b) de cada pregunta, determinan el valor de cada dimensión (activo/reflexivo, sensorial/intuitiva, visual/verbal, secuencial/global). Dado que los datos de entrada se pueden transformar en valores numéricos (las respuestas a son 1 y las b son 0), únicamente se debe sumar y almacenar el valor de las respuestas correspondientes a cada dimensión, siendo el resultado el que defina la pertenencia a una clase (fuerte, moderado, equilibrado) como se observa en la figura 1.

	FUERTE		MOD.		EQUILBRADO				MOD.		FUERTE			
ACT	11	9	7	5	3	1	1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	REF
SEN	11	9	7	5	3	1	1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	INT
VIS	11	9	7	5	3	1	1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	VRB
SEQ	11	9	7	5	3	1	1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	GLO

Figura 1. Clases para los Estilos de Aprendizaje de Felder.

1.2 Minería de Datos en Educación

En cuanto a la minería de datos aplicada a la educación Cho, Y. H. and Kim, J.K. (2004), la definen como una disciplina emergente que desarrolla métodos para explorar los datos que vienen de entornos educativos, y los usa para entender mejor al alumnado y los entornos en los que aprende. De acuerdo con lo expresado por Cho, Y. H. and Kim, J.K., las aplicaciones de la minería de datos en educación se fundamentan en:

- Mejorar los modelos del estudiante. La minería de datos se ha usado, por ejemplo, para determinar si un estudiante truca el sistema o si está aburrido o frustrado en un curso online. Una versión más amplia de los modelos del estudiante va más allá del software educativo y se propone determinar, por ejemplo, los factores de los que depende si alguien va a abandonar sus estudios.
- Descubrir y mejorar la estructura del conocimiento en un dominio.
- Estudiar el apoyo pedagógico, por ejemplo mediante la descomposición del aprendizaje.
- Buscar evidencia empírica para refinar o ampliar teorías o fenómenos educativos.

1.3 Weka

De acuerdo con lo señalado por Locualo (2012), *WEKA* es un entorno para experimentación de análisis de datos que permite aplicar, analizar y evaluar las técnicas más relevantes de análisis de datos, principalmente las provenientes del aprendizaje automático, sobre cualquier conjunto de datos del usuario. Para ello, únicamente se requiere que los datos a analizar se almacenen con un cierto formato, conocido como *ARFF* (Attribute-Relation File Format).

WEKA se distribuye como software de libre distribución desarrollado en Java. Está constituido por una serie de paquetes de código abierto con diferentes técnicas de preprocesado, clasificación, agrupamiento, asociación, y visualización, así como facilidades para su aplicación y análisis de prestaciones cuando son aplicadas a los datos de entrada seleccionados. Estos

paquetes pueden ser integrados en cualquier proyecto de análisis de datos, e incluso pueden extenderse con contribuciones de los usuarios que desarrollen nuevos algoritmos. Con objeto de facilitar su uso por un mayor número de usuarios, *WEKA* además incluye una interfaz gráfica de usuario para acceder y configurar las diferentes herramientas integradas. (Ver figura 2).

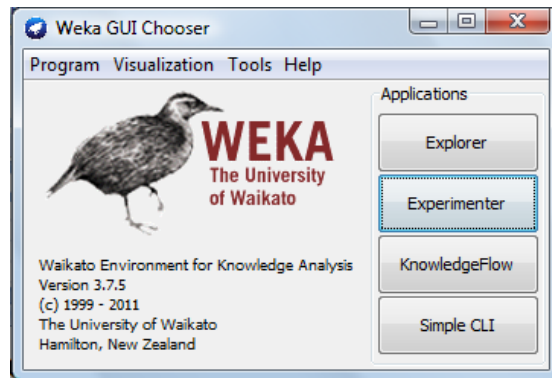


Figura 2. Interfaz Grafica del software WEKA.

2. DESCUBRIENDO EL ESTILO DE APRENDIZAJE: FELDER & CLUSTERING

Toda vez que se aplicó el Cuestionario sobre el Índice de Estilos de Aprendizaje de Felder (1984) al alumnado de la asignatura Prácticas Integrales de Redes de la Universidad Politécnica del Estado Aragua; siendo la muestra 152 estudiantes, se obtuvo un banco de datos que fue cargado en una planilla de Excel, a partir del cual se generó un archivo *.arff*, como se muestra en la Figura 3.

No.	1: NOMBRE String	2: APELLIDO String	3: P1 Nominal	4: P2 Nominal	5: P3 Nominal	6: P4 Nominal	7: P5 Nominal	8: P6 Nominal	9: P7 Nominal	10: P8 Nominal	11: P9 Nominal	12: P10 Nominal	13: P11 Nominal	14: P12 Nominal	15: P13 Nominal	16: P14 Nominal	17: P15 Nominal	18: P16 Nominal	19: P17 Nominal	20: P18 Nominal	21: P20 Nominal	22: P21 Nominal	23: P22 Nominal	24: P23 Nominal	25: P24 Nominal	
1	German	Guia	a	a	b	a	b	b	a	b	a	b	a	a	b	a	a	a	a	b	b	b	b	b	a	
2	Exalym	Cruzco	b	b	b	a	a	b	a	a	a	b	a	b	a	b	a	a	a	a	b	b	b	b	b	a
3	Roger	Pantoja	a	a	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	b	b	a	a	a	a	a	b
4	Geraldine	Paz	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	a	b	a	a	b	a	a	b
5	Gustavo	Carrero	b	b	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	a	a	b	b	a	a	a	b	b	b	b	b
6	Carolina	Abreu	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a
7	Alexander	Urrutia	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	a	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	a	a	b
8	Dalia	Moreno	a	a	b	a	b	b	a	b	a	b	b	a	a	b	a	a	a	a	b	b	b	b	b	a
9	Bruno	Martinez	b	b	b	a	a	b	a	a	a	b	a	b	a	b	a	a	a	a	b	b	b	b	b	a
10	Adriana	Meneses	a	a	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	b	b	a	a	a	a	a	b
11	Carlos	Lopez	b	b	b	b	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b	a	b
12	Jhonn	Marquez	b	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	a	b	b	b	b	a	a	b
13	Juan	Garrido	a	b	b	b	a	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	a	a	a	b	b	a	a	a	a
14	Bellos	Amaro	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a
15	Maria	Leon	a	b	a	b	a	b	a	a	a	b	a	b	a	b	b	b	b	b	a	b	b	b	b	b
16	Wilson	Noguera	a	b	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	b	a	b	b	b	b	a
17	Amanda	Quintero	b	b	a	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	a	a	b
18	David	Leal	b	a	b	b	a	b	b	a	b	a	b	a	a	b	a	a	a	a	b	b	a	a	a	b
19	Adrian	Piñero	a	a	b	a	b	b	a	b	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	b	b	b	b	b	b
20	Daniel	Ferreira	b	b	b	a	a	b	a	a	a	b	a	b	a	b	a	a	a	a	b	b	a	b	a	b
21	Carlos	Guzman	a	a	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	b	b	b	a	a	a	a	a	b
22	Arianny	Ramos	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	a	a	b	a	a	a	a	b
23	Luisana	Percoco	b	b	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	a	a	b	b	a	a	a	b	b	b	b	b
24	Romaira	Guerra	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b	a
25	Luisangel	Flores	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	a	a	a	b	b	a	a	b	b	a	a	a	a	b
26	Armando	Arguello	a	a	b	a	b	b	a	b	a	b	a	a	b	a	a	a	a	a	b	b	b	b	b	a
27	Jhonnny	Mendez	b	b	b	a	a	b	a	a	a	b	a	b	a	b	a	a	a	a	b	b	b	b	b	a
28	Armando	Carrero	a	a	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	b	b	a	a	a	a	a	b
29	Ali	Rada	a	a	b	a	b	b	a	b	a	b	b	b	b	b	a	a	b	a	b	b	a	b	b	b
30	Alica	Duarte	b	b	b	a	a	b	a	a	a	b	a	b	a	b	a	a	b	a	b	a	b	b	a	b
31	Marilyn	Martinez	a	a	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	a	a	b	a	b	a	b	a
32	Vestalla	Mochado	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a
33	Leidy	Leon	b	b	a	b	b	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	a	b	a
34	Gustavo	Castillo	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a
35	Pedro	Lezana	b	a	b	a	b	a	b	a	b	b	a	b	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	a	b
36	Andres	Balcaza	a	a	b	a	b	b	a	b	a	b	b	b	a	a	b	a	a	a	b	b	a	b	b	b
37	Jorge	Gil	b	b	b	a	a	b	a	a	a	b	a	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	a	a	a
38	Ramiz	Gonzalez	a	a	a	b	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a
39	Jesus	Castillo	b	b	b	b	a	b	a	b	b	a	a	b	a	b	b	a	a	b	b	a	a	b	b	b

Figura 3. Archivo .arff contentivo de los datos del Cuestionario de Felder aplicado.

Con estos datos, se procedió a cargar la data de la encuesta en el software WEKA, para poder efectuar tareas de minería de datos, que incluyen las de tipo descriptivo, como las que soportan el presente trabajo. En este caso particular se aplicó análisis de clúster (Witter y Frank, 1999) para identificar los subgrupos homogéneos de la población encuestada. Como puede apreciarse en los resultados (Figura 4), para detectar los estilos de aprendizaje dominantes se definió en dos el número de clúster a generar.

```

=== Clustering model (full training set) ===

FarthestFirst
=====

Cluster centroids:

Cluster 0
  a b a b a b a b a b a b a b a a b a a b a a b b b a a b b a b a a a a a a a a a a b
Cluster 1
  a a a b b a b a b a b a b a b b a a b b b b b a a b a a a b a b a b a b b a b a b a b

Time taken to build model (full training data) : 10.16 seconds

=== Model and evaluation on training set ===

Clustered Instances

0      96 ( 64%)
1      55 ( 36%)

```

Figura 4. Resultado de la aplicación de la técnica de clustering a la data recogida mediante el test de Felder.

A partir de las características definidas por Felder y Silverman, es posible determinar las correspondencias entre los estilos de aprendizaje y las posibles respuestas del test; las cuales se ilustran en la tabla N°2.

Estilos de Aprendizaje	Código	Respuestas Consideradas
Activo	AC	P1=a, P5=a, P9=a, P13=a, P17=a, P21=a, P25=a, P29=a, P33=a, P37=a, P41=a.
Reflexivo	R	P1=b, P5=b, P9=b, P13=b, P17=b, P21=b, P25=b, P29=b, P33=b, P37=b, P41=b.
Sensorial	SN	P2=a, P6=a, P10=a, P14=a, P18=a, P22=a, P26=a, P30=a, P34=a, P38=a, P42=a.
Intuitivo	I	P2=b, P6=b, P10=b, P14=b, P18=b, P22=b, P26=b, P30=b, P34=b, P38=b, P42=b.
Visual	V	P3=a, P7=a, P11=a, P15=a, P19=a, P23=a, P27=a, P31=a, P35=a, P39=a, P43=a.
Verbal	VB	P3=b, P7=b, P11=b, P15=b, P19=b, P23=b, P27=b, P31=b, P35=b, P39=b, P43=b.
Secuencial	SC	P4=a, P8=a, P12=a, P16=a, P20=a, P24=a, P28=a, P32=a, P36=a, P40=a, P44=a.
Global	G	P4=b, P8=b, P12=b, P16=b, P20=b, P24=b, P28=b, P32=b, P36=b, P40=b, P44=b.

Tabla N° 2. Correspondencia entre los estilos de aprendizaje y las posibles respuestas del test de Felder.

A partir de este conocimiento, se procedió a reemplazar cada uno de los atributos incluidos en los dos clústeres por el código del estilo de aprendizaje con que se vincula. Una vez que se hizo la sustitución, los clústeres quedaron como se muestra en la tabla N° 3. Se definió la nomenclatura para cada estilo como sigue: AC=activo, R=reflexivo; SN=sensorial, I=intuitivo; V=visual, VB=verbal; SC=secuencial, G=global.

Clúster 0	AC,I,V,G,AC,I,V,R,AC,I,V,G,AC,I,V,I,R,SN,V,G,AC,SN,VB,G,R,SN,V,G,I,SN,VB,SC,AC,SN,V,SC,AC,SN,V,SC,AC,SN,SN,G.
Clúster 1	AC,SN,V,G,R,SN,VB,SN,R,I,V,G,AC,R,V,G,R,SN,V,G,R,I,VB,G,AC,SN,VB,SC,SN,SN,VB,SC,R,SN,VB,SC,R,I,V,G,AC,I,SN,G

Tabla N° 3. Representación de los atributos por los estilos correspondientes.

A fin de dilucidar la combinación de estilos de aprendizaje representada por cada clúster, se procedió a contar la cantidad de ocurrencia de cada estilo, con lo cual resultan las combinaciones que muestra la tabla N° 4.

Dimensiones	Clúster 0 = 64%	Clúster 1=36%
Activo/Reflexivo	AC=8;R=3	AC=4;R=7
Sensorial/Intuitivo	SN=8; I=6	SN=9; I=4
Visual/Verbal	V=8;VB=2	V=5;VB=5
Secuencial/Global	SC=3;G=6	SC=3;G=7

Tabla N°4. Combinación de estilos de aprendizaje representada por cada clúster.

Analizando la tabla anteriormente mostrada, pueden definirse los patrones de estilos de aprendizaje descubiertos combinando el Cuestionario sobre el Índice de Estilos de Aprendizaje de Felder y la minería de datos. De este modo, puede inferirse que el primer clúster (0), que representa al 64% de la población, tiene una combinación predominante de estilo de aprendizaje que corresponde con la combinación activo-sensitivo-visual-global. El segundo clúster (1) por su parte, agrupa una combinación reflexivo-sensitivo-global, con equilibrio en la dimensión visual-verbal- en un 36%, tal y como lo refleja la figura 5.

Combinación de Estilos de Aprendizaje por Clúster

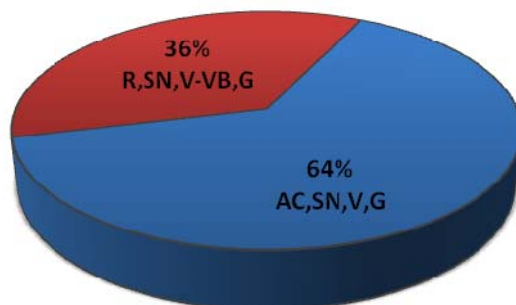


Figura 5. Combinación de estilos de aprendizaje por clúster.

3. CONCLUSIONES

Con motivo de la prosecución de la investigación presentada, se puede concluir que el diagnóstico previo de los estilos de aprendizaje en el alumnado orienta significativamente el proceso de diseño del plan didáctico, bien sea que este dirigido a la enseñanza virtual o a la enseñanza presencial; por cuanto orienta efectivamente al docente en torno a las siguientes interrogantes: ¿qué tipo de información enfatizar?, ¿en qué modo de presentación se debe hacer hincapié?, ¿qué forma de participación del estudiante debe enfatizarse con la presentación?, ¿qué tipo de perspectiva se proporciona con la información presentada?.

La minería de datos aplicada a la educación ofrece una alternativa de análisis que permite estudiar versátilmente ciertos aspectos del hecho educativo. En este caso particular, la aplicación de la técnica de análisis por *clustering*, posibilitó determinar el grado de homogeneidad en el estilo de aprendizaje del alumnado. Los resultados obtenidos conllevan a plantear recomendaciones generales para adecuar los estilos de enseñanza de los docentes de la asignatura al alumnado de la asignatura Prácticas Integrales de Redes de la Universidad Politécnica del Estado Aragua, respecto al estilo de aprendizaje dominante en la población de alumnos como por ejemplo:

- Presentar al alumnado información que se corresponda con hechos concretos.
- Los planteamientos asociados a la actividad didáctica, deben hacerse en base a la experimentación activa apoyada por figuras, diagramas, sin que la actividad experimental esté sujeta a un orden cronológico rígido.
- En este sentido, deben proponerse casos de estudio experimental en el área de inherencia en el que se fomente la participación activa.

Por otra parte, cabe destacar que existe un gran interés por parte de los autores de validar el procedimiento descrito en los párrafos precedentes, aplicándolo en la población estudiantil del Máster Iberoamericano en Educación a Distancia en Entornos Virtuales: Diseño, Gestión y Evaluación de la Teleformación y el E-Learning, impartido en la Universidad de Granada.

REFERENCIAS

Cho, Y. H. and Kim, J.K. (2004). Application of web usage mining and product taxonomy to collaborative recommendations in e-commerce. *Expert System with Applications* 26, pp. 233-246.

Felder, R. M., y Soloman, V. (1984). Index of Learning Styles. [En línea]. Disponible en: <<http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>> [Consulta: Marzo 2012].

Felder R. M. y Silverman L. K. (1988). Learning styles and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78 (7), 674-681.

Hong, H y D. Kinshuk (2004). Adaptation to student learning styles in web based educational systems. *In World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 491-496, Lugano, Switzerland.

Locualo (2012). Introducción a la minería de datos con WEKA. [En línea]. Disponible en: <http://www.locualo.net/programacion/introduccion-mineria-datos-weka-clustering/00000100.aspx>. [Consulta: Marzo 2012].

Witten, I. y Frank, E. (1999). *Data Mining: Practical machine, learning tools and techniques with Java implementations*. USA: Morgan Kauffmann Publishers.