

Fuzzy Method of Evaluation of Instructionals Techniques Based on Learning Styles: FuzzyILS-Instruction

Antonio Silva Sprock
Facultad de Ciencias, Escuela de Computación
Universidad Central de Venezuela
Caracas, Venezuela
antonio.m.silva@ucv.ve

Julio Ponce Gallegos
Centro de Ciencias Básicas
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Aguascalientes, México
jponce@correo.uaa.mx

Rosa María Vicari
Centro Interdisciplinar de Tecnologías na Educação
Universidade Federal de Rio Grande do Sul
Porto Alegre – RS, Brasil
rosa@inf.ufrgs.br

Abstract. Currently, and increasingly, education uses technology to support teaching and learning processes, the present work shows a system to determine the best instructional techniques, taking into account students' learning styles, using a modification of the Felder and Soloman test. This modification, called FuzzyILS, was performed by Silva, Vicari and Ponce in 2016, and proposes the fuzzy of Felder and Soloman test, to determine the degree of belonging of a student to each dimension in the Felder and Silverman learning styles. In the work the method called FuzzyILS-Instruction is explained, the evaluation is performed and a comparison is made with the results obtained in the previous method, which does not implement the original Felder and Soloman test, called MeLOTS.

Index Term: Learning Styles, Fuzzy Logic, FuzzyILS, MeLOTS, Instructionals Techniques.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los docentes son quienes elaboran los contenidos y las actividades instruccionales, dirigen el aprendizaje al impartir los cursos, deben conducirse conforme a las características de los estudiantes, así como a los objetivos instruccionales previamente establecidos. Dentro de las características de los estudiantes a quienes va dirigido el conocimiento, se encuentran los diferentes estilos de aprendizajes que afectan la efectividad de cada técnica instruccional, la cual posee diversos grados de adecuación para a estos estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Los estilos de aprendizaje se pueden considerar como un factor determinante dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje [1]. Por ejemplo Felder y Silverman, mencionan que los estudiantes que cuentan con una preferencia por un estilo de aprendizaje determinado, pueden presentar dificultad en el proceso de aprendizaje si el ambiente de aprendizaje no se adecua a sus preferencias [2].

Desde este punto de vista, el diseño adecuado de un ambiente instruccional representa siempre un desafío para el docente, quien debe elegir los contenidos adecuados para impartir los temas y debe seleccionar y estructurar técnicas

instruccionales, tomando en cuenta las diferentes formas en que aprenden los estudiantes (estilos de aprendizaje).

Como respuesta a este desafío, se desarrolló un método de creación de recursos educativos utilizando técnicas instruccionales, basado en los estilos de aprendizaje de los estudiantes, el cual fue llamado MeLOTS [3],[4],[5]. Este método apoya a los docentes en el proceso de creación de Objetos de Aprendizaje (OA), de tal manera que el recurso educativo contenga una o varias técnicas instruccionales idóneas a los diferentes estilos de aprendizaje, este método se basa en los estilos de aprendizaje del modelo FLSM de Felder y Silverman [2] para la recomendación de dichas técnicas, el método MeLOTS fue puesto a prueba y evaluado [6].

De esta evaluación, así como de la opinión y recomendación de los usuarios, se desarrolló un cuestionario difuso de Felder y Soloman [7], llamado FuzzyILS, el cual fue validado y comparado con el cuestionario original ILS de Felder y Soloman [8].

Ahora, surge la necesidad de acoplar el FuzzyILS al método de selección de técnicas instruccionales, basado en estilos de aprendizaje (MeLOTS). A este nuevo método se le ha dado el nombre de FuzzyILS-Instruction. Para mostrar el nuevo Método desarrollado, se explica brevemente el Modelo de Felder y Silverman, el Método MeLOTS, posteriormente se presenta el Cuestionario FuzzyILS, y finalmente se propone el FuzzyILS-Instruction, su comparación con el MeLOTS y las conclusiones del trabajo.

II. MODELO DE FELDER Y SILVERMAN

El modelo de Felder y Silverman (FLSM, por las siglas en inglés de *Felder and Silverman Learning Styles Model*) [2], permite obtener los estilos de aprendizaje de una persona, y consta de cuatro dimensiones para clasificar los estilos de aprendizaje, y cada una de estas dimensiones cuenta con dos valores posibles, estas dimensiones son: 1) Activo / Reflexivo, 2) Sensitivo / Intuitivo, 3) Visual / Verbal y 4) Secuencial / Global. Así mismo se desarrolló un Test (conocido como ILS,

por sus siglas en ingles de *Index of Learning Styles*) [7], el test contiene 44 preguntas, las cuales están relacionadas a las 4 dimensiones, siendo 11 el número de preguntas asociada a cada una, las cuales se muestran en la tabla 1.

TABLA 1. Distribución de las Preguntas en base a su dimensión correspondiente en el Test ILS.

Activo/Reflexivo	Sensitivo/Intuitivo	Visual/Verbal	Secuencial/Global
1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37 y 41	2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38 y 42	3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39 y 43	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40 y 44

A continuación, se presentan las preguntas 1, 2, 3 y 4 del ILS, donde cada una de ellas representa la primera pregunta asociada a una dimensión [7].

Relacionada con la dimensión Activo/Reflexivo se tiene la pregunta 1: “Entiendo mejor algo:”

- a) Si lo practico.
- b) Si pienso en ello.

Relacionada con la dimensión Sensitivo/Intuitivo se tiene la pregunta 2: “Me considero:”

- a) Realista.
- b) Innovador.

Relacionada con la dimensión Visual/Verbal se tiene la pregunta 3: “Cuando pienso algo acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga con base en:”

- a) Una imagen.
- b) Palabras.

Relacionada con la dimensión Secuencial/Global se tiene la pregunta 4: “Tengo tendencia a:”

- a) Entender los detalles de un tema, pero no ver claramente su estructura completa.
- b) Entender la estructura completa, pero no ver claramente los detalles.

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo se evalúa el test de Felder y Soloman para obtener los estilos de aprendizaje en las 4 dimensiones [8].

La respuesta a cada una de las preguntas del test se encuentra asociada a un extremo de la dimensión del FLSM, la opción “A” al extremo izquierdo y la opción “B” al extremo derecho. Por lo cual, si tomamos la pregunta 2, podemos ver que la opción A está relacionado al extremo “A” es decir que el estilo de aprendizaje es “Activo” y “B” al extremo donde el estilo de aprendizaje es “Reflexivo”, si consideramos una pregunta asociada a la dimensión Activo/Reflexivo.

Una vez terminado el test, se completa una tabla con las respuestas de las preguntas asociadas a la dimensión que se está evaluando, donde se le da el valor 1 en el extremo que se asocia, dependiendo si la respuesta fue A o B (la Tabla 2 muestra las respuestas de la dimensión Sensitivo/Intuitivo, donde se tienen 10 preguntas con el valor de 1 porque seleccionaron la opción “A”, y solo una pregunta con la opción “B”). Una vez que tenemos esta tabla se obtiene la sumatoria de los valores por columna y con estos resultados, se deberá

realizar una resta del valor mayor menos el valor menor. El valor mayor corresponde al extremo predominante en la dimensión analizada, la cual dará valor a la dimensión en sí. Por ejemplo, la Tabla 2 muestra unos valores representativos para la dimensión Sensitivo/Intuitivo, donde el estudiante que contestó el test tiene un estilo de aprendizaje que corresponde al extremo “Sensitivo” con un valor 9 (10 menos 1, como se explicó que se restan los valores).

TABLA 2. Evaluación de la dimensión Sensitivo/Intuitivo

Pregunta	Sensitivo	Intuitivo
2	0	1
6	1	0
10	1	0
14	1	0
18	1	0
22	1	0
26	1	0
30	1	0
34	1	0
38	1	0
42	1	0
Total	10	1
Mayor-Menor	10 - 1 = 9	
extremo Mayor	Sensitivo	
Evaluación	Fuerte	

Para la interpretación del valor obtenido, se utilizan tres rangos para la dimensión, los cuales son: equilibrado, moderado y fuerte. Por lo cual, si el valor obtenido es 1 o 3, la persona es equilibrada en esa dimensión, si es 5 o 7, la persona es moderada y en caso de ser 9 u 11, la persona estará fuertemente asociada con esta dimensión, en el extremo que tiene mayor valor, como se muestra en la Figura 1.

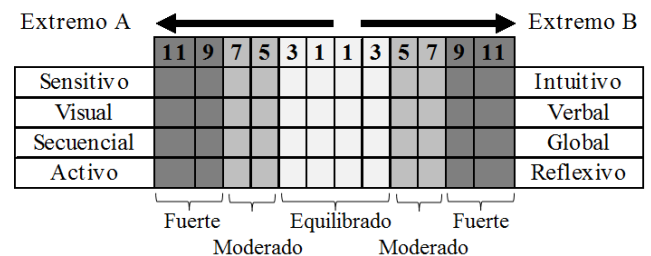


Fig. 1. Dimensiones incluidas en el cuestionario ILS [7].

Como se muestra en la tabla 2, el estudiante evaluado es “Sensitivo” para esta dimensión, con un valor 9, por lo que es “Fuertemente Sensitivo”.

Basado en este modelo, Silva, Ponce y Villalpando [3], [4] y [5], crearon MeLOTS, este método de desarrollo de Objetos de Aprendizaje estructura unos factores de adecuación de 31 técnicas instruccionales, los cuales fueron relacionados con cada dimensión del FLSM, y utilizando un modelo matemático, evalúa y clasifica estas técnicas instruccionales, de acuerdo a los estilos de aprendizaje.

III. MELOTS

Los estilos de aprendizaje de los alumnos se toman como entrada para el Método MeLOTS, luego en el siguiente módulo

se realiza una evaluación, específicamente se extraen los factores de adecuación asociados a cada técnica instruccional de una base de datos. Una vez hechas las evaluaciones por este módulo, se muestran las 3 mejores técnicas instruccionales obtenidas, para que sean tomadas en cuenta para el desarrollo de los Objetos de aprendizaje (Fig. 2).

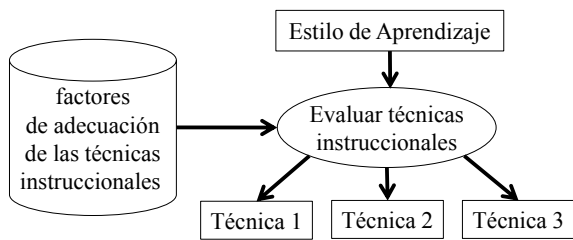


Fig. 2. Método para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje, basado en estilos de aprendizaje (MeLOTS) [3], [4], [5].

A. Técnicas Instruccionales y sus Factores de Adecuación

MeLOTS para establecer los factores de adecuación de cada una de las 31 técnicas instruccionales a cada dimensión de los estilos de aprendizaje, se utilizó un rango de [2,10], los cuales fueron obtenidos por medio de un cuestionario realizado a 20 profesores expertos en el área de pedagogía, donde se obtuvo el promedio del grado de adecuación indicado por ellos. La Tabla 3, muestra solo algunas de las técnicas instruccionales y los factores de adecuación obtenidos, los cuales se obtienen de redondear el promedio de los valores asignados por los expertos.

En método MeLOTS considera solo 31 técnicas instruccionales, siendo estas las que se pueden aplicar a los OA a desarrollar, ya que no contempla técnicas instruccionales que tengan que realizarse de manera grupal. En el FuzzyILS-Instruction, presentado en este trabajo, considera 60 técnicas, al no estar restringidas solo a Objetos de Aprendizaje.

TABLA 3. Muestra de los factores de adecuación de las técnicas instruccionales, respecto de las dimensiones de los estilos de aprendizaje [3], [4], [5].

Técnica	Dimensiones de los Estilos de Aprendizaje [2]							
	Sens.	Intui.	Visual	Verbal	Sec.	Global	Activo	Reflex.
Acuario/Red	10	3	2	10	7	10	10	4
Análisis de Problemas	5	10	10	10	10	5	8	10
Analogías	3	10	10	2	2	10	10	7
Asamblea	10	6	6	10	8	10	10	2
Círculos Concéntricos	10	2	4	10	9	10	10	2
Comisión	8	10	5	10	8	10	10	8
Conferencia	4	10	2	10	3	2	2	10
Cuadros Sinópticos	5	10	2	4	4	2	10	5
Debate	10	6	6	10	10	6	10	3
Crucigrama	2	10	2	10	10	2	3	10

Para evaluar las técnicas instruccionales se utiliza un modelo matemático, en el cual la ecuación principal (Ecuación 1) calcula el valor de adecuación para cada una de las técnicas instruccionales respecto a las 4 dimensiones, tomando en cuenta los estilos de aprendizaje que el profesor seleccionó [6].

$$t_i = \sum_{k=1}^8 \sigma(t_i, e_k) \quad (1)$$

Donde:

$t_i \in T, i = 1, \dots, nt$ (número de técnicas consideradas)

$e_k \in E, k = 1, \dots, 8$

$\sigma(t, k)$ = representa el factor de adecuación asociado a cada técnica instruccional t_i en relación con estilo de aprendizaje e_k .

T representa el conjunto de las técnicas instruccionales.

E representa el conjunto de las dimensiones de los estilos de aprendizaje considerados en el FSLSM. Conjunto que considera los 8 extremos de las 4 dimensiones (Sensitivo/Intuitivo, Visual/Verbal, Secuencial/ Global y Activo/Reflexivo).

La Ecuación 1, obtiene un valor para cada técnica instruccional (t_i) por medio de la sumatoria de los factores de adecuación asignados a la técnica t_i con respecto a cada una de las dimensiones del estilo de aprendizaje (e_k). En los trabajos relacionados [3], [4] y [5], se puede ver una descripción completa sobre del desarrollo e implementación del método MeLOTS, así como del modelo matemático asociado.

Así mismo se pueden ver las pruebas realizadas a MeLOTS, el cual fue evaluado con 450 estudiantes de 3 universidades, las cuales fueron: la Universidad Central de Venezuela en Venezuela (UCV), la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), estas últimas en México, y de acuerdo a los resultados publicados, el usar Objetos de Aprendizaje que se adecúan a los estilos o preferencias de aprendizaje de los estudiantes, ayuda a mejorar las calificaciones en un curso y concluyen que esto también puede tener un impacto en aprender más rápidamente [6].

Por otro lado, en base a las pruebas realizadas se pudieron obtener opiniones por parte de los estudiantes sobre el test de Felder y Soloman, donde indicaron que algunas respuestas a algunas de las preguntas eran excluyentes, y esto les complicaba la elección de una opción, y que sería más fácil para ellos responder si existieran valores intermedios para sus respuestas [8].

IV. CUESTIONARIO DIFUSO FUZZYILS

Zulma Cataldi y colegas [9], plantearon una modificación del ILS, rompiendo la dicotomía en algunas preguntas, e incorporando más opciones de respuestas, aplicado a estudiantes de ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, en ese caso asignaron valores discretos intermedios a las respuestas incorporadas.

En el FuzzyILS desarrollado, se rompe la dicotomía del test ILS, al considerar diferentes grados de ocurrencia o grados de pertenencias a los estilos de aprendizaje, al utilizar lógica difusa [10].

La lógica difusa (Fuzzy Logic) es una lógica que permite representar matemáticamente un grado de pertenencia de manera gradual de un elemento específico en varios conjuntos difusos [10], lo que hace una gran diferencia con la teoría de la lógica clásica, donde un elemento solo pertenece o no a un conjunto [7].

Silva y colegas [8], en el 2016 plantearon la posibilidad de utilizar conjuntos difusos para romper con la dicotomía del test de Felder, y propusieron el FuzzyILS.

A. El FuzzyILS

El FuzzyILS cuenta con las mismas 44 preguntas del ILS, la diferencia está en que para cada pregunta se generaron 5 opciones en lugar de solo 2, en el modelo FuzzyILS la opción 1 coincide con la opción A del ILS, y la opción 5 con la opción B del ILS [8].

Por lo que cada opción del FuzzyILS es solo una variable lingüística relacionada con el test original, donde fueron creadas con la siguiente regla:

- Alternativa 1: se describe con la estructura, “siempre el extremo A”.
- Alternativa 2: se describe con la estructura, “casi siempre el extremo A y pocas veces el extremo B”.
- Alternativa 3: se describe con la estructura, “algunas veces el extremo A y otras veces el extremo B”.
- Alternativa 4: se describe con la estructura, “casi siempre el extremo B y pocas veces el extremo A”.
- Alternativa 5: se describe con la estructura, “siempre el extremo B”.

En el FuzzyILS las opciones de cada una de las 44 preguntas fueron desarrolladas utilizando las reglas descritas anteriormente, cambiando solo las opciones (alternativas) al cuestionario original ILS [7], de esta manera fue desarrollada la propuesta del FuzzyILS [8].

Por ejemplo, a continuación se muestra la segunda pregunta del FuzzyILS, estructurada de la siguiente manera:

La Pregunta 2, correspondiente a la dimensión Sensitivo/Intuitivo, es: “Me considero:”

- a) Siempre realista.
- b) Casi siempre realista y pocas veces innovador.
- c) Algunas veces realista y otras veces innovador.
- d) Casi siempre innovador y pocas veces realista.
- e) Siempre innovador.

Al utilizar FuzzyILS, cuando se selecciona una opción de una pregunta, cada una de estas opciones tiene asociado una evaluación o grado de pertenencia para cada conjunto difuso.

Los conjuntos difusos están representados por los extremos de la dimensión a la que pertenece la pregunta. Es decir: las preguntas asociadas a la dimensión Sensitivo/Intuitivo, se asocian al extremo A (Sensitivo) y al extremo B (Intuitivo), y así sucesivamente para las otras 3 dimensiones, teniendo de esta manera 8 conjuntos difusos.

Por tal razón, al evaluar la respuesta de una persona, si esta pertenece al extremo Sensitivo en la dimensión Sensitivo/Intuitivo, si su elección no está en el extremo A es

decir que no es la opción 1, y su respuesta fue la opción 2, los grados de pertenencia estarían dados por 0,75 al conjunto A y 0,25 al conjunto [8], como se puede ver en la Figura 3.

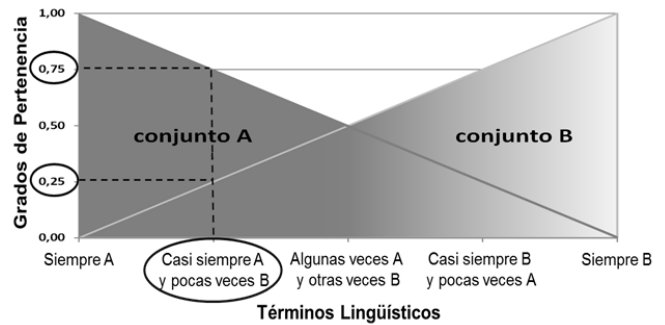


Fig. 3. Evaluación de las dimensiones en el cuestionario FuzzyILS [7].

Por lo cual una persona tiene más opciones, pero si responde casi todas las preguntas de la dimensión Sensitivo/Intuitivo de manera similar, los valores obtenidos del FuzzyILS en esta dimensión, podría verse como en la Tabla 4.

TABLA 4. Ejemplo evaluación para la dimensión Sensitivo/Intuitivo con FuzzyILS.

Pregunta	Sensitivo	Intuitivo
2	0,75	0,25
6	0	1
10	0,75	0,25
14	0,75	0,25
18	0,75	0,25
22	0,75	0,25
26	0,75	0,25
30	0,75	0,25
34	0,75	0,25
38	0,75	0,25
42	0,75	0,25
Total	7,5	3,5

B. Evaluación del Estilo de Aprendizaje con FuzzyILS [8]

Se deben obtener los valores de cada dimensión, usando el FuzzyILS como se muestra en el ejemplo de la Tabla 4, donde el extremo Sensitivo obtuvo el valor 7,5 y el extremo Intuitivo el valor 3,5.

Una diferencia es que en el FuzzyILS no se calcula la diferencia entre los extremos, sino que ambos son evaluados en sus respectivos conjuntos difusos.

Para cada extremo de las 4 dimensiones, se definió un conjunto difuso en el FuzzyILS, y se consideran de acuerdo a los intervalos de nivel de pertinencia en (2):

$$\mu(x) \begin{cases} \frac{1}{16}x, & 0 \leq x < 2 & \text{Valor Débil} \\ \frac{1}{8}x - \frac{1}{8}, & 2 \leq x < 9 & \text{Valor Moderado} \\ 1, & 9 \leq x \leq 11 & \text{Valor Fuerte} \end{cases} \quad (2)$$

En base a la función $\mu(x)$, se obtiene el valor de pertenencia a los conjuntos Débil, Moderado y Fuerte, correspondiente a

cada extremo de cada dimensión. X corresponde al valor del extremo de la dimensión obtenido con el cuestionario FuzzyILS.

Cuando los valores están comprendidos en el rango de 0 y 2, los valores son considerados débiles dentro del extremo evaluado, si los valores están comprendidos en el rango de 2 y 9 se consideran moderados y por último si los valores pertenecen al rango de 9 y 11, son valores fuertes dentro del extremo evaluado.

Estos conjuntos difusos se definieron con la ayuda de profesionales en las áreas de psicología cognitiva y pedagogía, usando la técnica conocida como Análisis de Protocolos, donde se les mostró múltiples valores y se le pidió clasificarlos incluyéndolos dentro de los conjuntos establecidos de manera a priori, y adicionalmente debían asignar un grado de pertenencia, considerando una escala de 0 y 1.

El análisis con los profesionales especialistas, fue realizada primero para el ILS, y fueron posteriormente reevaluados y modificados, incorporando además la lógica difusa.

En base a los conjuntos difusos definidos, los valores de la Tabla 4, correspondientes a 7,5 para Sensitivo y 3,5 para Intuitivo, se puede concluir que la persona tiene un grado de pertenencia Moderado con un valor de 0,81 al conjunto Sensitivo, y un grado de pertenencia Moderado de 0,31 en el conjunto Intuitivo, siendo naturalmente más Sensitivo que Intuitivo.

La Figura 4 muestra los grados de pertenencia del FuzzyILS, en las dimensiones Sensitivo/Intuitivo. Así mismo se puede observar que la evaluación para este caso solo ocurre en el conjunto difuso Moderado, debido a que los valores evaluados (7,5 Sensitivo y 3,5 Intuitivo) ambos pertenecen al rango de la función Moderado, por tal razón no se muestra valor de correspondencia en los conjuntos Débil y Fuerte.

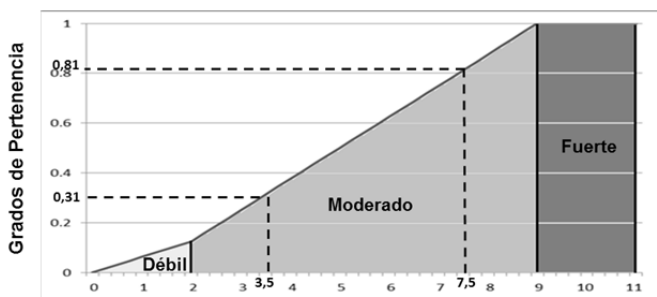


Fig. 4. Grados de pertenencia de los valores obtenidos en el cuestionario FuzzyILS en los conjuntos difusos de la dimensión Sensitivo/Intuitivo, del ejemplo de la Tabla 4.

V. FUZZYILS-INSTRUCTION

El desarrollo de FuzzyILS-Instruction se realizó utilizando las técnicas instruccionales conceptualizadas en MeLOTS [3], [4], [5] y adicionalmente otras 28 técnicas que pueden ser generadas y utilizadas sin OA.

La lista de las 60 técnicas se muestra a continuación, en la Tabla 5.

TABLA 5. Técnicas Instruccionales del FuzzyILS-Instruction.

Técnicas Instruccionales		
Acuario/Red	Esquemas de Flujo	Pecera / Peces y pescadores
Análisis de Problemas	Esquemas de llaves	Pensar y compartir en pares
Analogías	Esquemas Numerados	Phillips 2-2/ 5-5/6-6
Asamblea	Estructuras textuales	Pistas tipográficas
Círculos Concéntricos	Estudio de casos	Plenaria
Comisión	Estudio Dirigido	Preguntas intercaladas
Conferencia	Exposición	Preinterrogantes
Cuadros Sinópticos	Fichas	Proyección de Slides
Debate	Foro	Proyección de Video
Crucigrama	Ilustraciones	Radiodrama
Demostración	Juego de Rol	Repaso
Dialogo Simultáneo/ Murmullo	Lectura comentada	Resolución de problemas
Diario reflexivo	Lluvia de ideas	Resumen
Discusión	Manejo de apuntes	Rompecabezas
Documento de 1 minuto	Mapas conceptuales y redes semánticas	Seminario
Entrevista	Mesa Redonda	Simposio
Escucha enfocada	Objetivos o propósitos	Solución de problemas en voz alta
Esquemas	Ordenación	Subrayado
Esquemas de cajas	Organizadores previos	Taller
Esquemas de Flechas	Panel	Tarea Dirigida

De estas técnicas instruccionales, se utilizaron los factores de adecuación creadas en MeLOTS, y se estructuraron nuevos factores de adecuación para las nuevas Técnicas. Posteriormente se implementó el cuestionario FuzzyILS, y de este nuevo cuestionario se obtienen los grados de adecuación de las dimensiones de estilos de aprendizaje.

Posteriormente se creó y utilizó nuevo modelo matemático, que sirve para evaluar cada técnica instruccional, sumando el producto de cada factor de adecuación por el valor del grado de adecuación, como se muestra en la ecuación 3.

$$t_j = \sum_{k=1}^8 \sigma(t_i, e_k) * \mu(k) \quad (3)$$

Para mostrar el método, se puede considerar valores semejantes a los mostrados en la Tabla 4, es decir:

Sensitivo = 0,81; Intuitivo = 0,31
 Visual = 0,81; Verbal = 0,31
 Secuencial = 0,81; Global = 0,31
 Activo = 0,81; Reflexivo = 0,31

De esta forma, la evaluación de las técnicas instruccionales (utilizando la Ec. 3), consideradas en la muestra de la Tabla 3, resulta como se observa a continuación, en la Tabla 6:

TABLA 6. Evaluación de las Técnicas Instruccionales con FuzzyILS-Instruction.

Técnica	Dimensiones de los Estilos de Aprendizaje [2]									Tot
	Sens.	Intui.	Visual	Verb.	Sec.	Glob.	Act	Refl.		
Acuario/Red	10*0,81	3*0,31	2*0,81	10*0,31	7*0,81	10*0,31	10*0,81	4*0,31		31,9
Análisis de Problemas	5*0,81	10*0,31	10*0,81	10*0,31	10*0,81	5*0,31	8*0,81	10*0,31		37,6
Analogías	3*0,81	10*0,31	10*0,81	2*0,31	2*0,81	10*0,31	10*0,81	7*0,31		29,2
Asamblea	10*0,81	6*0,31	6*0,81	10*0,31	8*0,81	10*0,31	10*0,81	2*0,31		36,2
Círculos Concéntricos	10*0,81	2*0,31	4*0,81	10*0,31	9*0,81	10*0,31	10*0,81	2*0,31		34,2
Comisión	8*0,81	10*0,31	5*0,81	10*0,31	8*0,81	10*0,31	10*0,81	8*0,31		36,9
Conferencia	4*0,81	10*0,31	2*0,81	10*0,31	3*0,81	2*0,31	2*0,81	10*0,31		18,8
Cuadros Sinópticos	5*0,81	10*0,31	2*0,81	4*0,31	4*0,81	2*0,31	10*0,81	5*0,31		23,5
Debate	10*0,81	6*0,31	6*0,81	10*0,31	10*0,81	6*0,31	10*0,81	3*0,31		36,9
Crucigrama	2*0,81	10*0,31	2*0,81	10*0,31	10*0,81	2*0,31	3*0,81	10*0,31		23,7

Siendo la técnica instruccional “Análisis de Problemas” la mejor evaluada para un estudiante con el estilo de aprendizaje definido anteriormente, y la técnica “Conferencia” la peor evaluada.

Considerando el ILS tradicional utilizado en MeLOTS, que no considera valores difusos, en este ejemplo de estilo de aprendizaje prevalece el extremo A de cada dimensión, es decir: sensitivo, visual, secuencial y activo; de tal forma, que los valores de las dimensiones para el estudiante (utilizando la Ec. 2), serían como se muestra en la Tabla 7:

TABLA 7. Evaluación de Técnicas con MeLOTS.

Técnicas Instruccionales	Dimensiones de Estilos de Aprendizaje [2]					Total
	Sensitivo	Visual	Secuen.	Activo		
Acuario/Red	10	2	7	10		29
Análisis de Problemas	5	10	10	8		33
Analogías	3	10	2	10		25
Asamblea	10	6	8	10		34
Círculos Concéntricos	10	4	9	10		33
Comisión	8	5	8	10		31
Conferencia	4	2	3	2		11
Cuadros Sinópticos	5	2	4	10		21
Debate	10	6	10	10		36
Crucigrama	2	2	10	3		17

Siendo la técnica “Debate” la mejor evaluada y “Conferencia” la peor evaluada.

En la Figura 6 se muestra el posicionamiento de las 10 técnicas instruccionales, incluidas en las Tablas 6 y 7. Estas tablas son solo muestras de la evaluación total de las 60 técnicas consideradas en el trabajo y mostradas en la Tabla 5.

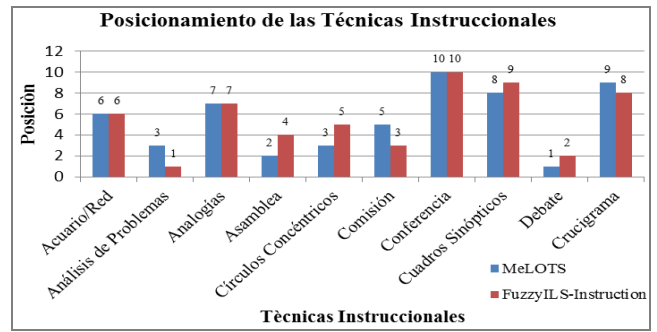


Fig. 6. Posicionamiento de las Técnicas Instruccionales, utilizando MeLOTS y FuzzyILS-Instruction.

En la Figura 6 se observan pocas diferencias en ambas evaluaciones, tanto utilizando MeLOTS como utilizando la propuesta difusa FuzzyILS-Instruction. Se observa que en MeLOTS el mejor posicionamiento lo presenta “Debate” y en la opción FuzzyILS ocupa la posición 2. De igual forma, en la opción Fuzzy la mejor evaluada es “Análisis de Problemas”, ocupando esta la posición 3 en MeLOTS.

El FuzzyILS-Instruction se implementó en una aplicación WEB (<http://fuzzyils.atwebpages.com>), donde se muestran las descripciones de las 60 técnicas instruccionales, los factores de adecuación pueden ser consultados y modificados, se implementaron las 44 preguntas del FuzzyILS y se realiza la evaluación de las técnicas. Las Figuras 7 y 8 muestran la interfaz del Sistema desarrollado.

INICIO Técnicas Instruccionales Factores de Adecuación FuzzyILS

Pregunta 1: Entiendo mejor alguna cosa después de:

- a) Siempre practicar
- b) Casi siempre practicar y pocas veces reflexionar sobre ellas
- c) Algunas veces practicar y otras veces reflexionar sobre ellas
- d) Casi siempre reflexionar sobre ellas y pocas veces practicar
- e) Siempre reflexionar sobre ellas

Pregunta 2: Me considero:

- a) Siempre realista
- b) Casi siempre realista, y pocas veces innovador
- c) Algunas veces realista, y otras veces innovador
- d) Casi siempre innovador, y pocas veces realista
- e) Siempre innovador

Pregunta 3: Cuando pienso algo acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga con base en:

- a) Siempre una imagen
- b) Casi siempre una imagen, y pocas veces palabras

Fig. 7. Interfaz del Sistema FuzzyILS-Instruction.

INICIO Técnicas Instruccionales Factores de Adecuación FuzzyILS

Técnicas Instruccionales evaluadas con FuzzyILS-Instruction

Técnica Instruccionales	Sensitivo	Intuitivo	Visual	Verbal	Secuencial	Global	Activo	Reflexivo	Total
Análisis de Problemas	4.05	3.1	8.1	3.1	8.1	1.55	6.48	3.1	37.58
Debate	8.1	1.86	4.86	3.1	8.1	1.86	8.1	0.93	36.91
Comisión	6.48	3.1	4.05	3.1	6.48	3.1	8.1	2.48	36.89
Asamblea	8.1	1.86	4.86	3.1	6.48	3.1	8.1	0.62	36.22
Círculos Concéntricos	8.1	0.62	3.24	3.1	7.29	3.1	8.1	0.62	34.17
Acuario/Red	8.1	0.93	1.62	3.1	5.67	3.1	8.1	1.24	31.86

Fig. 8. Evaluación de Técnicas Instruccionales en el Sistema FuzzyILS-Instruction.

Para evaluar el método FuzzyILS-Instruction, se planteó un instrumento de validación, aplicado a 44 estudiantes de la Universidad Central de Venezuela, independientemente de su estilo de aprendizaje, a quienes se les facilitó el Sistema FuzzyILS-Instruction y el MeLOTS.

A los estudiantes participantes de la evaluación se les preguntó:

1.- ¿Comprende usted la descripción de las técnicas instruccionales incluidas en el Sistema FuzzyILS-Instruction?

2.- ¿Considera usted correcto la valoración de las técnicas instruccionales con el FuzzyILS-Instruction?

3.- ¿Considera mejor el orden de adecuación de las técnicas instruccionales aportado por FuzzyILS-Instruction que aportado por MeLOTS?

En la creación del cuestionario de empleó la escala de Likert, planteando enunciados positivos y negativos, ante los cuales los estudiantes debían mostrar su acuerdo o desacuerdo. Se utilizaron cinco alternativas de respuestas para cada enunciado: totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo.

De esta evaluación se obtuvo:

Pregunta 1: 10 estudiantes (23%) respondieron estar de acuerdo y 34 (77%) totalmente de acuerdo.

Pregunta 2: 4 estudiantes (9%) respondieron estar de acuerdo y 40 (91%) totalmente de acuerdo.

Pregunta 3: 22 estudiantes (50%) respondieron no estar de acuerdo ni en desacuerdo, 14 estudiantes (32%) están de acuerdo y 8 (18%) totalmente de acuerdo.

Se obtuvieron buenos resultados, siendo en su mayoría resultados “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”, a excepción de la pregunta 3, donde solo el 50% respondió de esta forma. Este comportamiento evidencia que la propuesta de FuzzyILS-Instruction es una refinación de MeLOTS, que presenta pequeñas variaciones en el posicionamiento de las técnicas instruccionales evaluadas.

De acuerdo a esto, se considera que la ventaja de FuzzyILS-Instruction es la incorporación del cuestionario difuso FuzzyILS [8], el cual permite a los estudiantes responder a opciones intermedias, y no dicotómicas, como el original ILS que implementaba el ILS [7].

VI. CONCLUSIONES

Saber determinar y considerar los estilos de aprendizaje de los discentes es importante, ya que esto permite desarrollar técnicas instruccionales adecuadas a estos estilos, y así conseguir mejores resultados educativos, y un eficiente proceso de enseñanza y aprendizaje.

El cuestionario FuzzyILS es fácil de considerar e incorporar en MeLOTS, modificando el Modelo Matemático del mismo, para incorporar los valores difusos, y así crear el FuzzyILS-Instruction.

El método representa una refinación del método anterior (MeLOTS), y se concluye que la mayor ventaja está en el mismo uso del cuestionario difuso, por permitir las respuestas intermedias, más adecuadas al mundo real, que las opciones dicotómicas del cuestionario original.

El método propuesto resultó bien evaluado, a través de una encuesta realizada a 44 estudiantes, quienes mayoritariamente respondieron afirmativamente a las preguntas realizadas.

Como trabajo futuro se desea evaluar y justificar el comportamiento del ranqueo de las técnicas por parte de expertos, así como un análisis descriptivo de este comportamiento.

REFERENCIAS

- [1] Paredes, P. (2008). Una Propuesta de Incorporación de los Estilos de Aprendizaje a los Modelos de Usuario en Sistemas de Enseñanza Adaptativos. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid y Escuela Politécnica Superior. Departamento de Ingeniería Informática. Madrid, España, 2008.
- [2] Felder, R. y Silverman, L. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 78(7), Pp: 674-681.
- [3] Silva, A., Ponce, J. y Villalpando, M. (2013). Hacia un Método Recomendador de Técnicas Instruccionales para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje. VIII Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje y Tecnologías para el Aprendizaje (LACLO 2013). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ISSN: 1982-1611.
- [4] Silva, A., Ponce, J. and Villalpando, M. (2014). Development Model of Learning Objects Based on the Instructional Techniques Recommendation. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. e-ISSN: 1694-2116. p-ISSN: 1694-2493. 4(1), Pp: 27-35.
- [5] Silva, A., Ponce, J. y Villalpando, M. (2014a). Sistema Recomendador de Técnicas Instruccionales, Basado en Objetivos Pedagógicos - ReTIBO. *Revista venezolana de educación (EDUCERE)*, Vol. 60. Mayo-agosto de 2014. ISSN: 1316-4910. Pp: 281-287.
- [6] Silva, A. y Ponce, J. (2015). Evaluación del Método para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje, basado en Estilos de Aprendizaje: MeLOTS. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*. Pp. 39-53. Vol. 28, N° 5. Año 2015. Ecuador. ISSN: 1390-3659.
- [7] Felder, R. y Soloman, B. (2007). Index of Learning Styles. Disponible en: <https://www.engr.ncsu.edu/ils/>.
- [8] Silva, A., Vicari, R. y Ponce, J. (2016). Fuzzy Learning Styles Questionnaire Based in Felder and Silverman Model. XI Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje y Tecnologías para el Aprendizaje LACLO 2016. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Tecnológico de Costa Rica. ISBN: 978-1-5090-6149-5. Pp: 1-7.
- [9] Cataldi, Z., Figueroa, N., Méndez, P., Lage, F., Vigliecca, M. y Kraus, G. (2006). Herramienta automatizada para la determinación de los estilos de aprendizaje en ingresantes a cursos de Programación Básica. XII Congreso Argentino en Ciencias de la Computación (CACIC). ISBN: 950-609-050-5. Pp: 952-961.
- [10] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, Volume 8, Issue 3, Pages 338-353.