

El principio de extensión de Zadeh como medio metodológico para interpretar la relación entre objetivos, contenidos y métodos

LUIS MANUEL ALONSO ÁGUILA

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, CUJAE, Cuba

1. Introducción

La lógica borrosa o difusa ha encontrado múltiples aplicaciones, tanto en la esfera económica y de gestión como en problemas de ingeniería vinculados al control automático. No resultan habituales sus aplicaciones en problemas asociados con la actividad académica, por lo que este trabajo puede considerarse una contribución a la aplicabilidad del enfoque borroso también en esta esfera. El trabajo revela los puntos de contacto entre dos ramas del conocimiento aparentemente inconexas: el principio de extensión de Zadeh, como una de las generalizaciones de mayor alcance de la lógica difusa por una parte, y las categorías de la didáctica: objetivo, contenido y método por otra. El valor principal que puede atribuírsele es el de contribuir en la formalización de la relación entre objetivos, contenidos y métodos para una asignatura, disciplina o carrera a partir de las interpretaciones que pueden asumirse en correspondencia con los rudimentos de la lógica borrosa.

Por su claridad de exposición nos detendremos en expresar algunas ideas expuestas en [4] acerca de los objetivos, el contenido y los métodos como categorías de la didáctica. Escribe su autor: “El *objetivo* es la categoría de la didáctica que expresa el modelo pedagógico del encargo social, contiene las aspiraciones, los propósitos que la sociedad pretende formar en las nuevas generaciones, tanto los que se vinculan directamente con el dominio del contenido: los *instructivos*, como aquellos aspectos mas esenciales, que son consecuencia de procesos mas trascendentes: los *desarrolladores o educativos*”.

El *contenido* es la categoría didáctica que expresa aquella parte de la cultura o ramas del saber que el estudiante debe dominar para alcanzar los objetivos, y el *método* es la categoría didáctica que, como concepto dinámico, expresa el modo de desarrollar el proceso con el mismo fin. También expresa: “...el contenido es detallado y analítico, el objetivo es desarrollador y sintético..., ...el objetivo precisa el contenido..., ...el objetivo trasciende a los contenidos..., ...el objetivo se concreta mediante el contenido... ,...el contenido es función del objetivo..., ...el objetivo es la variable independiente y el contenido la dependiente.... Qué enseño (contenido) es función de para qué enseño (objetivo)...”.

“El objetivo incluye, además, el conocimiento asociado a la habilidad y toda una serie de precisiones en cuanto al nivel de asimilación o independencia, profundidad o esencia, generalidad o sistematicidad,

Revista Iberoamericana de Educación

ISSN: 1681-5653

n.º 46/8 – 15 de agosto de 2008

EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)



entre otras de dichos conocimientos y habilidades. El contenido tiene como componentes, un sistema de conocimientos que reflejan el objeto de estudio, un sistema de habilidades que expresa los modos de actuación del hombre en sus relaciones con dicho objeto; y un sistema de valores que determina la significación de los conocimientos para el escolar. El método posee también tres dimensiones: instructiva, desarrolladora y educativa. En el método cada alumno manifiesta su propia personalidad, sus gustos, vivencias e intereses y modifica en cierto grado el método general”.

“...Sin embargo el profesor, en la dinámica del proceso y por su carácter concreto, para enseñar la habilidad hace uso de múltiples procedimientos y operaciones, adecuando el método más general a las condiciones específicas concretas del colectivo de estudiantes, enriqueciéndolo y particularizándolo según las variadas situaciones que implica cada problema o situación específica en cada escolar. De ahí que los métodos de enseñanza y aprendizaje son mucho más ricos, variados y multifacéticos que la habilidad que encierra el objetivo”.

“Por esa razón no debe entenderse el método de enseñanza ajeno al objetivo, pero a su vez no se identifican. Ambos tienen personalidad propia pero están indisolublemente unidos, relacionados mutuamente. El objetivo como inductor, como aspiración a alcanzar, el método como ejecutor, como vía para alcanzarlo.”

Por otra parte, en el artículo 134 del Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la educación superior [14] se establece: “La evaluación del aprendizaje es un proceso consustancial al desarrollo del proceso docente educativo. Tiene como propósito comprobar *el grado de cumplimiento de los objetivos* formulados en los planes y programas de estudio de la educación superior, mediante la valoración de los conocimientos y habilidades que los estudiantes van adquiriendo y desarrollando; así como, por la conducta que manifiestan en el proceso docente educativo. Constituye, a su vez, una vía para la retroalimentación y la regulación de dicho proceso”.

En el párrafo anterior el lenguaje utilizado no es otro que el de la lógica borrosa o difusa. Los dos rasgos principales de esta lógica están presentes cuando hablamos de cumplimiento de objetivos; estos rasgos son: la *graduación o gradación* y la *granularidad o granulación*, ya que en la práctica todos aceptamos que cualquier objetivo se cumple siempre en un grado o medida, de ahí las calificaciones de excelente, bien, regular o mal (*graduación*) y además no siempre está bien precisado cuando termina el cumplimiento de un objetivo y comienza el otro (*granularidad*), de aquí que las fronteras entre el cumplimiento de un objetivo y el de otro no estén nítidamente definidas.

El mismo enfoque podemos asumir si hablamos del cumplimiento de un contenido o del desarrollo de un método.

Si denotamos por C el conjunto de los contenidos, O el conjunto de los objetivos y M el conjunto de los métodos, en general se acepta que cada contenido puede tributar a uno o varios objetivos y diferentes contenidos pueden tributar a un mismo objetivo, es decir se tiene una relación entre el conjunto C y el conjunto O. El hilo conductor en esta relación son los elementos de M, por lo que para cada método puede asumirse que en alguna medida un contenido tributa a un objetivo.

Como regla tanto los objetivos como los contenidos se declaran en los planes y programas de estudio para las asignaturas, disciplinas y carreras y se concretan con más detalle como parte del trabajo

metodológico que realizan los colectivos de educadores. Tanto los objetivos como los contenidos pueden mantenerse con un núcleo estable por un período de tiempo. En relación con los métodos no ocurre igual, ya que dependen de infinidad de factores como la experiencia académica del docente, su preparación pedagógica y psicológica, su carisma y nivel de comunicación con los estudiantes, entre otros elementos.

El trabajo se ha estructurado de la siguiente forma: el epígrafe 2 ofrece una síntesis de los rudimentos de la lógica difusa necesarios para la comprensión del trabajo; en el epígrafe 3 se construye el modelo difuso que permite obtener la función de pertenencia asociada al subconjunto borroso "*cumplimiento del objetivo*"; el epígrafe 4 se refiere al valor práctico de los resultados y por último las conclusiones y bibliografía utilizada.

2. Rudimentos de lógica difusa

Casi 100 años después de los primeros trabajos de Cantor en materia de Teoría de Conjuntos, el profesor Lotfi Zadeh, de la Universidad de Berkeley en California, publica en 1965 las primeras ideas sobre "*subconjuntos borrosos*".

La diferencia esencial entre el concepto de subconjunto y el de subconjunto borroso es la siguiente: para los subconjuntos ordinarios la pertenencia de un elemento del conjunto al subconjunto es de todo o nada, es decir este concepto se adapta perfectamente a la llamada lógica binaria. Por otra parte, el concepto de subconjunto borroso resulta más abarcador e incluye como caso particular al de subconjunto simple ya que para el caso borroso se aceptan los matices, es decir cada elemento del conjunto puede pertenecer al subconjunto con un cierto grado o nivel, para lo cual resulta cómodo asociarle a cada subconjunto borroso A una función de pertenencia que denotaremos como $\mu_A(x)$ definida para cada x del conjunto universal U de tal manera que

$$0 \leq \mu_A(x) \leq 1.$$

Si $\mu_A(x)$ toma valores próximos a cero se indica poca pertenencia por parte del elemento x al subconjunto borroso A, y valores próximos a 1 indican una alta o elevada pertenencia. Si $\mu_A(x) = 0$ significa que $x \notin A$ y si $\mu_A(x) = 1$ significa una total o completa pertenencia.

Siguiendo esta idea para cualquier conjunto universal U se puede asociar la noción de subconjunto ordinario con la siguiente función característica de pertenencia:

$$\mu_A(x) = 1 \text{ si } x \text{ pertenece a } A \text{ y } \mu_A(x) = 0 \text{ si } x \text{ no pertenece a } A.$$

Para los subconjuntos borrosos, como ya se expresó, $0 \leq \mu_A(x) \leq 1$.

Operaciones con subconjuntos borrosos

Con los subconjuntos borrosos podemos realizar operaciones similares a las de los subconjuntos ordinarios. Introduciremos las siguientes notaciones: $a \vee b$ significa el máximo entre a y b y $a \wedge b$ significa el mínimo entre a y b, así por ejemplo $3 \wedge 5 = 3$ y $3 \vee 5 = 5$.

Unión de subconjuntos borrosos

Si A y B son subconjuntos borrosos de un mismo referencial U con funciones de pertenencia $\mu_A(x)$ y $\mu_B(x)$ respectivamente, entonces se define el nuevo subconjunto borroso $A \cup B$ como aquel con función característica de pertenencia $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$ para todo $x \in U$.

Intersección de subconjuntos borrosos

Si A y B son subconjuntos borrosos de un mismo referencial U con funciones de pertenencia $\mu_A(x)$ y $\mu_B(x)$ respectivamente, entonces se define el nuevo subconjunto borroso $A \cap B$ como aquel con función característica de pertenencia $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$ para todo $x \in U$.

Complementación de subconjuntos borrosos

Dado un subconjunto borroso A con función de pertenencia $\mu_A(x)$ se define el subconjunto borroso A^c como aquel que tiene función de pertenencia $\mu_{A^c}(x)$ definida de la manera siguiente: $\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x)$ para todo $x \in U$.

Ejemplo:

Supongamos el conjunto $E = \{a, b, c, d, e\}$ formado por 5 estudiantes. Los estudiantes reciben la información y desarrollan su personalidad a través de diferentes canales o vías de comunicación. Entre las más frecuentes actualmente están: las clases, las consultas con el profesor, el estudio individual, el estudio en pequeños grupos, a través de Internet o del correo electrónico, visitando museos o lugares de interés asociados a la materia que se estudia, mediante la práctica profesional etc. Es conocido que los estudiantes no prefieren con el mismo grado o nivel a cada canal o vía de comunicación, por lo que este hecho de naturaleza subjetiva puede expresarse mediante subconjuntos borrosos. Para fijar ideas consideremos los dos subconjuntos borrosos siguientes:

A	a	b	c	d	e
$\mu_A(x)$	0.9	0.8	0.7	0.1	0.4

Que representa el grado o nivel con que cada estudiante desarrolla su personalidad mediante las clases, y el subconjunto borroso:

B	a	b	c	d	e
$\mu_B(x)$	0.1	0.8	0.4	0.3	0.5

Que representa el grado o nivel con que cada estudiante desarrolla su personalidad mediante el estudio individual, entonces:

$A \cup B$	a	b	c	d	e
------------------------------	---	---	---	---	---

$\mu_{A \cup B}(x)$	0.9	0.8	0.7	0.3	0.5
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Indica la información que se recibe mediante las clases o el estudio individual.

De forma análoga:

$A \cap B$	a	b	c	d	e
$\mu_{A \cap B}(x)$	0.1	0.8	0.4	0.1	0.4

Indica la información que se recibe mediante clases y estudio individual de manera conjunta. De similar manera podemos definir:

A^c	a	b	c	d	e
$\mu_{A^c}(x)$	0.1	0.2	0.3	0.9	0.6

Indica la información que no se recibe mediante clases.

$A^c \cap B$	a	b	c	d	e
$\mu_{A^c \cap B}(x)$	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5

Indica en cuanto tributa B a lo que no tributa A, es decir son los conocimientos añadidos por B en relación con los que no añade A. Continuando esta idea, con cada canal o vía de comunicación podemos formar un subconjunto borroso para los 5 estudiantes y las operaciones de unión, intersección y complementación ofrecen elementos de interés para el tratamiento de la información.

En interés de evitar confusiones, es bueno precisar que los conceptos de ley de distribución para la Teoría de Probabilidades y de función de pertenencia para la Lógica Difusa sirven para comparar el grado o medida en que objetos diferentes de un mismo conjunto cumplen con cierta característica o cualidad, pero existe una diferencia esencial entre ambos enfoques: en el enfoque de la ley de distribución se parte de un todo que "se distribuye" con la condición de que al aumentarse por un lado debe disminuirse por otro para no afectar al todo, mientras que esa restricción no se tiene en cuenta para el enfoque de la función de pertenencia. El tratamiento de conceptos como el amor, la bondad, la solidaridad o el cumplimiento de los objetivos, entre tantos otros, se adapta perfectamente al enfoque de la lógica difusa ya que sin partir de un saco lleno de amor, bondad, solidaridad o cumplimiento de objetivos, también pueden distribuirse estas características o cualidades. En problemas prácticos resulta natural combinar ambos enfoques; el concepto de probabilidad de un evento borroso introducido por Zadeh en 1968 [12] como generalización del concepto de valor esperado, es una muestra de estas conexiones.

Muchas aplicaciones de la lógica difusa tienen como fundamento al principio básico de extensión de Zadeh [10, 13], el cual establece que si se tiene una aplicación $g(x)$ de un conjunto X en otro conjunto Y y A es un subconjunto borroso en X con función de pertenencia $\mu_A(x)$, entonces de manera natural se define en

el conjunto $g(X)$ el subconjunto borroso B con función de pertenencia $\mu_B(v)$ definida de la manera siguiente: $\mu_B(v) = \sup_x (\mu_A(x))$

con la condición $v = g(x)$

Este concepto puede también ampliarse al caso en que se tienen dos funciones $f(x)$ y $g(x)$ definidas en el conjunto X y con valores en el conjunto Y y además se tiene un subconjunto borroso A en $f(X)$ con función de pertenencia $\mu_A(f(u))$ entonces de manera natural se define un subconjunto borroso en $g(X)$ con función de pertenencia $\mu_B(v)$ definida como $\mu_B(v) = \sup_u (\mu_A(f(u)))$

con la condición $v = g(u)$

3. Modelo difuso de la función de pertenencia asociada al cumplimiento de los objetivos

Para aplicar el enfoque difuso se tomará como criterio la manera en que tributan al cumplimiento de los objetivos los siguientes niveles asociados al cumplimiento de los contenidos:

- 1) Nivel de generalización, amplitud o profundidad con que se trata el contenido.
- 2) Nivel de sistematicidad con que se expone el contenido.
- 3) Nivel de independencia que se propicia cuando se expone el contenido.

Consideremos las siguientes notaciones:

- 1) $v = \text{método}(\text{contenido})$ representa al conjunto de todos los métodos y contenidos que tributan al objetivo v , es decir el conjunto de todos los métodos y contenidos tales que al aplicarle un método concreto a un contenido concreto se logra el cumplimiento del objetivo en algún grado o medida.
- 2) $\mu_{\text{met.}}(\text{cont.})$ representa la función de pertenencia de un método aplicado a un contenido, es decir significa el grado o nivel con que el método en cuestión se aplica por el docente a ese contenido.
- 3) $\mu_{\text{profun.}}(\text{cont.})$ representa la función de pertenencia del grado o nivel de generalización, amplitud o profundidad con que se trata el contenido por el docente.
- 4) $\mu_{\text{sis.}}(\text{cont.})$ significa el grado o nivel de sistematicidad con que se aborda el contenido por el docente.
- 5) $\mu_{\text{ind.}}(\text{cont.})$ representa el grado o nivel de independencia que se propicia en el estudiante al tratar un contenido.
- 6) Como los educadores tienen grados de preferencia diferentes por los métodos que utilizan, tiene sentido considerar la función de pertenencia $\mu_{\text{pref.}}(\text{met.})$ que indica el grado de preferencia de ese método por el docente.

- 7) También se considera la función de pertenencia $\mu_{\text{most}}(\text{met.}, \text{cont.})$ que indica el grado en que se debe, de acuerdo a la experiencia acumulada y a los principios de la pedagogía, aplicarse ese método con ese contenido.

Finalmente, $\mu_{\text{obj}}(v)$ representa la función de pertenencia asociada al grado o nivel de cumplimiento del objetivo v .

Por otra parte, para los rasgos de generalización, e independencia se puede considerar también los niveles de aceptación o asimilación que van mostrando los estudiantes. Para tales fines se consideran las siguientes funciones de pertenencia:

$\mu_{\text{asim.profun.}}(\text{cont.})$ representa el grado o nivel de aceptación o asimilación que muestran los estudiantes ante el nivel de profundidad con que se trata un contenido.

$\mu_{\text{asim.ind.}}(\text{cont.})$ representa el grado o nivel de aceptación o asimilación que muestran los estudiantes ante el nivel de independencia que se propicia cuando se trata un contenido.

En el conjunto $M \times C$ se puede considerar un subconjunto borroso con la siguiente función de pertenencia:

$$\mu(\text{met.}, \text{cont.}) = \mu_{\text{most}}(\text{met.,cont.}) \mu_{\text{pref.}}(\text{met.}) \mu_{\text{met.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{profun.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{asim.profun.}}(\text{cont.}) \wedge \mu_{\text{most}}(\text{met.,cont.}) \mu_{\text{pref.}}(\text{met.}) \mu_{\text{met.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{sist.}}(\text{cont.}) \wedge \mu_{\text{most}}(\text{met.,cont.}) \mu_{\text{pref.}}(\text{met.}) \mu_{\text{met.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{ind.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{asim.ind.}}(\text{cont.})$$

La función $M \times C \longrightarrow O$

$(\text{met.}, \text{cont.}) \longrightarrow \text{obj.}$

vincula todos los métodos y contenidos que se relacionan con cada objetivo; si se aplica el principio de extensión de Zadeh, se obtiene la función de pertenencia asociada al cumplimiento de los objetivos de la manera siguiente:

$$\mu_{\text{obj}}(v) = \sup_{\text{método}} \{ \max_{\text{contenido}} \{ \mu(\text{met.}, \text{cont.}) \} \} \text{ o bien}$$

$$\mu_{\text{obj}}(v) = \sup_{\text{método}} \{ \max_{\text{contenido}} \{ \mu_{\text{most}}(\text{met.,cont.}) \mu_{\text{pref.}}(\text{met.}) \mu_{\text{met.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{profun.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{asim.profun.}}(\text{cont.}) \wedge \mu_{\text{most}}(\text{met.,cont.}) \mu_{\text{pref.}}(\text{met.}) \mu_{\text{met.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{sist.}}(\text{cont.}) \wedge \mu_{\text{most}}(\text{met.,cont.}) \mu_{\text{pref.}}(\text{met.}) \mu_{\text{met.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{ind.}}(\text{cont.}) \mu_{\text{asim.ind.}}(\text{cont.}) \} \} \text{ Con la condición } v = \text{método(contenido)}$$

4. Valor práctico de los resultados

El principal resultado de este trabajo es la expresión matemática para la función de pertenencia asociada al cumplimiento de los objetivos, pero no puede verse como una "regla mágica o salvadora" a la cual acudimos para saber si nuestro trabajo anda bien o mal; es más bien una guía, un medio metodológico para orientarnos. Lo importante es comprender su significado, además puede enriquecerse con cuantos matices sean de nuestro interés. Ella recoge los niveles de profundidad, sistematicidad, e independencia al abordar el cumplimiento de cualquier objetivo, pero el principio en que se fundamenta admite otras interpretaciones que puedan darse para las particularidades de una asignatura, disciplina o carrera.

Casi todo el razonamiento al que se acostumbra al estudiante desde la enseñanza primaria está asociado con la lógica binaria, es decir la lógica del todo o la nada; sobre esta base se estructuran tanto los modelos deterministas como los estadísticos y los de probabilidad los cuales, lamentablemente, se introducen tardíamente, solo en la enseñanza universitaria y no para todas las carreras.

Cuando se habla de introducir modelos matemáticos en las investigaciones científicas, no todos los investigadores aceptan la validez de estos modelos en cualquier campo de investigación; muchos de los investigadores dedicados a las ciencias sociales muestran reticencia ante estos modelos, y solo aceptan enfoques estadísticos para validar su campo de investigación. La ciencia pedagógica no está ajena a esa tendencia.

Es conocido que ningún modelo puede representar al objeto de manera fiel. Los modelos a los que estamos más habituados son los asociados con fenómenos deterministas o leyes de probabilidad; incluso en estos casos tan trillados se trata de aproximaciones donde se tienen en cuenta las regularidades esenciales, pero no es posible recoger todas las relaciones que pueden aparecer entre los factores que intervienen en el objeto que se desea modelar. Para el caso de un fenómeno eminentemente social, como el proceso docente educativo, la tarea resulta en extremo compleja pues con mayor razón pueden omitirse aspectos importantes. El modelo propuesto constituye una aproximación plausible, ya que tiene en cuenta aspectos esenciales del proceso de asimilación reflejados en las funciones de pertenencia.

Los fundamentos de la lógica borrosa resultan naturales al modo de pensar del hombre; muchas veces decimos que las cosas no son en blanco y negro solamente, sino que tienen matices, tienen colores, ahí está el sentido de lo que expresa el concepto de subconjunto borroso; su (graduación o gradación). También al observar a una persona no siempre podemos precisar su edad, pero podemos establecer si se trata de un joven, una persona adulta de mediana edad o una de mayor edad, es decir podemos establecer fácilmente tres categorías o grupos, aunque el problema es que las fronteras entre el joven y el de mediana edad o el de mediana edad y el de mayor edad no están definidas con nitidez, incluso dos personas pueden clasificar de manera diferente a alguien que observan. De aquí la otra característica asociada con el pensamiento del hombre que es la (granulación o granularidad).

La lógica borrosa se nutre de estos principios, por lo que allí donde la información dependa de factores subjetivos, es decir que permitan obtener más que una medida una valuación, se recomienda el enfoque borroso para modelar el problema. La lógica borrosa, además, no niega a la lógica binaria o a las lógicas multivalentes, sino que las incluye como casos particulares. Si bien hace solo unos 100 años fue que comenzó la introducción en mayor escala de los enfoques estadísticos y de probabilidad en la modelación matemática de problemas prácticos, la introducción del enfoque borroso o difuso es mucho más reciente; los primeros trabajos de Zadeh [10] [11] son del año 1965 y en los años 70 y 80 del pasado siglo se hicieron importantes aplicaciones, pero más bien en el campo económico y en el control borroso de sistemas dinámicos.

Cuando se discuten nuevos programas se debate mucho, tanto sobre objetivos como sobre contenidos y métodos de enseñanza, pero una vez aprobado el programa algunos educadores o colectivos de educadores, a pesar de que la categoría objetivo es la rectora en el proceso docente educativo, piensan más en términos de contenidos que en términos de objetivos. Por otra parte, no todos los educadores estudian y comprenden el valor real que tienen las categorías de la didáctica, muchos son excelentes

educadores y lo han logrado a partir de la experiencia acumulada y de condiciones naturales para este tipo de actividad, pero muestran poco interés cuando se requieren discusiones sobre la metodología de una asignatura o disciplina en particular. Determinar una relación entre estas categorías es un problema de naturaleza en extremo compleja por estar asociada con infinidad de factores que no siempre se pueden medir; no por gusto la misma clase por el mismo docente no puede darse de igual manera ante grupos de estudio diferentes.

El artículo 134 del reglamento antes citado, concluye que la evaluación es *"una vía para la retroalimentación y la regulación"* del proceso docente educativo, pero podemos preguntarnos: ¿cómo recibir esa retroalimentación que nos permita ir regulando el proceso atendiendo a los objetivos previstos, a las características de los estudiantes y a las condiciones con que se cuenta, sin necesidad de hacer evaluaciones? Es cierto que de observar los rostros de los educandos es posible conocer sobre sus estados de ánimo e intereses, pero podemos profundizar un poco más e investigar sobre los grados de independencia, de asimilación o de generalidad; indagar cuales factores influyen en ellos y discutir con los alumnos este lenguaje. La propuesta que aquí se ofrece, basada en estos principios, es otra vía para la retroalimentación y regulación necesarias.

5. Conclusiones

En este trabajo se propone un medio metodológico para abordar las relaciones entre las categorías objetivo, contenido y método, como conceptos esenciales para la estructuración coherente de cualquier asignatura, disciplina o carrera. Se toma como fundamento teórico a la lógica difusa, por ser la que mejor se adapta a las particularidades de estas relaciones a partir de las condiciones de incertidumbre propias de la actividad docente.

La bibliografía sobre lógica difusa aplicada a la actividad académica es escasa; por una parte no ha sido un tema muy tratado por los estudiosos de las aplicaciones de esta lógica, y por otra parte no ha sido una herramienta usual entre investigadores de las Ciencias Pedagógicas, por lo que este trabajo no solo enriquece, aun más, el campo de las aplicaciones de la lógica difusa, sino también ofrece un camino para abordar el estudio de problemas asociados con la actividad docente.

Los resultados del trabajo son de interés también en otros contextos; cualquier actividad humana siempre recoge objetivos, contenidos y métodos. En particular para aquellas actividades de carácter promocional, de gestión o que requieran establecer niveles de comunicación entre partes, los principios que se establecen en el trabajo resultan válidos.

Bibliografía

- ALONSO ÁGUILA, Luis M., y MENDEZ FABRET, Carmen L. (2004): "La matemática en la incertidumbre: una aplicación al estudio sobre la formación de valores en los estudiantes", en: *Revista Temas de Ciencia y Tecnología*, vol. 8, n.º 23, México, pp. 19-23 y 44-47. Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- ALONSO ÁGUILA, Luis M. (2004): "Una aplicación del modelo relacional borroso al estudio del problema de la comunicación en el aula", en: *Memorias XII Congreso Latino Iberoamericano de Investigación de Operaciones y Sistemas*. La Habana.

- ALONSO ÁGUILA, Luis Manuel (2006): "La evaluación del aprendizaje desde una perspectiva de la subjetividad y la incertidumbre. Una propuesta de modelo de auto evaluación a partir de competencias", en: *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 40/1, 25/09/06. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura (OEI), España.
- ÁLVAREZ DE ZAYAS, Carlos M. (1999): *La escuela en la vida*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- BALLESTER, B. L., y COLOM, C. A. (2006): "Lógica difusa: una nueva epistemología para las Ciencias de la Educación", en: *Revista de Educación*, n.º 340, mayo-agosto, pp. 995-1.008, España.
- GIL ALUJA, Jaime (1999): *Elementos para una teoría de la decisión en la incertidumbre*. España: Editorial Milladoiro.
- GIL LAFUENTE, Jaime (1997): *Marketing para el nuevo milenio. Nuevas técnicas para la gestión comercial en la incertidumbre*. España: Ediciones Pirámide.
- TALIZINA, N. F. (1985): *Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza en la educación superior*. La Habana: Editora de la Universidad de La Habana.
- VALLE GARCÍA del, Maribel; DOUGLAS DE LA PEÑA, Carolina, y PRADO CABALLERO, Luis (2003): "Una estrategia didáctica para el desarrollo integral del educando", en: "Libro electrónico Pedagogía 2003", memorias del evento internacional. La Habana.
- ZADEH, L. A. (1965): "Fuzzy Sets", en: *Information and Control*, USA 8 338_353
- : "Fuzzy Sets and Systems", en: FOX, J. (ed.): *System Theory*, pp. 29-39. New York, Brooklyn: Politechnic Press.
- (1968): "Probability Measures of Fuzzy Events", en: MATH, J.: *Anal Appl.* 23, pp. 421-427.
- (2006): "Generalized Theory of Uncertainty – Principal Concepts and Ideas", en: *Computational Statistics and Data Analysis*, 51, pp. 15-46.
- RESOLUCION N.º 210 / 2007 (2007): *Reglamento de trabajo docente y metodológico de la educación superior*. La Habana: Cuba Producciones Gráficas ENPES.