

# Algoritmo de ordenamiento como modelo de autoevaluación a partir de competencias

## Resumen

En 1965 Lofty Zadeh publica los primeros trabajos sobre subconjuntos borrosos. Si bien al principio no tuvieron gran acogida, con el tiempo sus ideas se han ido desarrollando con aplicaciones en la ingeniería y en la esfera económico y de gestión empresarial. No resulta habitual la aplicación de estas herramientas en tareas asociadas con la actividad educativa, por lo que este trabajo tiene por objetivo mostrar esas posibilidades también en esta actividad teniendo en cuenta las condiciones de subjetividad e incertidumbre propias del trabajo docente.

Para tales fines se propone una metodología para el ordenamiento de las capacidades o competencias que se van desarrollando durante un curso o semestre. La metodología propuesta se fundamenta en un algoritmo de ordenamiento a partir de los rudimentos de la Matemática Borrosa, y aunque se ilustra con un curso de matemática para carreras de ingeniería, es viable su extensión a otras disciplinas o asignaturas. Puede utilizarse tanto por los estudiantes como por los profesores como vía de chequeo o diagnóstico del desempeño y resultados que se van obteniendo. El modelo guarda coherencia con los principios que en el plano teórico se defienden sobre evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria y no contradice las formas y métodos establecidos para la evaluación de una materia; más bien le sirve de apoyo.

**Palabras claves:** Matemática borrosa, subconjuntos borrosos, evaluación del aprendizaje, algoritmo de ordenamiento, capacidades o competencias.

## La subjetividad en la labor educativa

Los modelos matemáticos basados en principios deterministas o en principios estadísticos, se han utilizado a través de la historia en la solución de los más variados problemas de las ciencias naturales, tanto con carácter empírico como teórico. Fenómenos de naturaleza inorgánica o inanimada regidos por leyes de la mecánica, de la física, o de la química, así como fenómenos de naturaleza orgánica o animada a los que se unen también principios y leyes biológicas ya sea con carácter dinámico o estático, han resultado fácilmente asimilables por estos modelos matemáticos.

Por otra parte, aquellos modelos matemáticos que pretenden describir fenómenos sociales, deberán tener en cuenta entre otras cosas, dos tipos de factores que se dan en ellos: los factores objetivos, es decir aquellos que resultan independientes de las personas como las condiciones naturales o los recursos materiales existentes y los factores subjetivos, es decir aquellos que dependen de los modos de pensar y actuar de los hombres, de su conciencia, su voluntad, o sus deseos; por lo que el estudio de fenómenos de carácter eminentemente social no siempre puede abordarse a partir de modelos matemáticos basados en la aritmética de la certeza o de la aleatoriedad, debido a que en estos fenómenos la información de que se dispone muchas veces está cargada de subjetividad e incertidumbre. Afortunadamente en los últimos años han ganado terreno muchos modelos y algoritmos que han ido conformando los cimientos

de lo que se ha dado en llamar Matemática Numérica y no Numérica en la Incertidumbre [5], capaz de atender el planteamiento y solución de fenómenos de carácter eminentemente social donde no resulta muy confiable siquiera asumir ciertas leyes estadísticas para su tratamiento dado que la información de que se dispone se encuentra deficientemente estructurada. Modelos asociados a los conceptos de relación, asignación agrupación y ordenación entre otros, algunos conocidos desde hace bastante tiempo, le pueden facilitar el camino a quienes tienen que tomar partido por una alternativa frente a otra u otras, es decir tomar decisiones. Estos modelos se han utilizado con éxito en los últimos años en la esfera económica y de gestión [6].

Para el caso de las Ciencias Pedagógicas, al analizar problemas asociados al trabajo docente, no podemos desprendernos aunque ese sea nuestro deseo, de elementos subjetivos, por lo que con frecuencia los resultados no siempre coinciden con los esperados. Los siguientes ejemplos como tantos otros que aparecen en la actividad diaria de maestros y profesores merecen una reflexión: Un Tribunal para Olimpiadas Estudiantiles [9], decide dos categorías de preguntas; las que considera de menor complejidad y otras más complejas que serían las que deciden los lugares para los premios. Gran sorpresa recibe el tribunal cuando ocurre todo lo contrario: las preguntas aparentemente más complejas se resolvieron con mucha mayor facilidad que aquellas supuestamente más sencillas. En otra ocasión [10] se le da a calificar a un grupo de profesores en igualdad de condiciones para hacerlo, una pregunta resuelta por un estudiante en un examen mediante una escala de 20 puntos, y los resultados de las calificaciones oscilaron entre 10 y 16 puntos; es decir los profesores se dividen en dos grupos, los que consideran aprobada la pregunta y los que la consideran desaprobada. Tanto en el segundo caso donde los profesores actúan de forma individual como en el primero donde lo hacen de forma colegiada, los resultados no coinciden con los esperados. Estos dos ejemplos vinculados a la categoría evaluación sólo son una muestra insignificante de un fenómeno que muchas veces ocurre en la actividad de maestros y profesores dado que el ambiente en que desarrollan su trabajo es la conjunción de elementos objetivos y por tanto medibles con otros cargados de subjetividad,

imposibles de una cuantificación más o menos exacta y que en el mejor de los casos sólo permite valuaciones. Muchos ejemplos se pueden poner también asociados a otras categorías de la didáctica como los objetivos, los contenidos o las formas y métodos de enseñanza, por lo que podemos preguntarnos:

¿Cómo afrontar el estudio de ciertos aspectos de interés asociados al trabajo docente y educativo asumiendo el carácter subjetivo de estas actividades?.

¿Cómo hacerlo cuando ni siquiera disponemos de información confiable para conformar una regularidad estadística ?

Hacia esos objetivos dirige la atención este trabajo.

## La evaluación del aprendizaje desde una perspectiva de la subjetividad y la incertidumbre

De manera general se acepta entre maestros y profesores que la acción de evaluar resulta válida entre otras cosas para estimar el grado de cumplimiento de los objetivos previstos para una clase, un tema, una asignatura disciplina o carrera. Las diferencias surgen cuando se discute por un colectivo de educadores sobre qué y cómo evaluar [7]. En general los dos principales protagonistas del acto de evaluación: los docentes y los estudiantes no manifiestan siempre la misma percepción sobre la acción de evaluar. El docente como regla evalúa lo que considera importante y necesario pero no siempre coincide con lo que el estudiante asimila y acepta como valioso y útil. Incluso entre los educandos se dan diversas situaciones que oscilan entre los que se preparan porque se sienten motivados y los que lo hacen porque tienen que aprobar la asignatura. El trabajo de motivación y de formación vocacional puede atenuar esta deficiencia; incluso en materias tradicionalmente complejas como la matemática y la física una vía pueden ser los llamados problemas profesionales, es decir aquellos problemas que por su amplitud y complejidad pueden abordarse en los diversos temas de un curso o a través de varios cursos o disciplinas y que tributan al modo de pensar y actuar específico de esa carrera. En este orden de ideas un curso de cálculo diferencial no puede organizarse para un estudiante que se forma como ingeniero industrial de igual manera a como se hace para el ingeniero informático.

Algunas preguntas de interés pueden ser las siguientes:

¿Cómo lograr la máxima objetividad en la evaluación de los conocimientos, habilidades y valores de nuestros educandos?

¿En que medida la evaluación responde a las necesidades sociales actuales y futuras?

¿En que medida la evaluación se corresponde con las tendencias en el campo científico investigativo y cultural de la época?

¿En que medida se manifiesta la coherencia y unidad lógica necesaria entre los diversos criterios y procedimientos de evaluación para un tema, asignatura, disciplina o carrera?

Como se aprecia se trata de un proceso complejo en el que inciden factores tanto objetivos como subjetivos. Entre los objetivos puede considerarse las diversas maneras en que se organiza el proceso docente educativo que no siempre se adapta o ajusta a las particularidades de una asignatura; por ejemplo algunas materias requieren mayor tiempo que otras para que los conocimientos, habilidades y valores que tributan sean aprehendidos por la masa de estudiantes y esto no siempre se atiende. Algunos factores subjetivos se asocian a la variedad de criterios que se dan entre docentes sobre qué y cómo evaluar.

En este orden de ideas un principio generalmente aceptado para la evaluación final de una asignatura o disciplina es el principio de considerar el criterio que tiene el profesor acerca del desempeño del estudiante durante el curso, y en casos de excelente desempeño eximir al estudiante del examen otorgándole la máxima calificación. Aún para estas condiciones se dan casos de profesores que convalidan más estudiantes que otros, es decir no existe unidad de criterios.

Corresponde a los educadores a través de la evaluación, llegar a conclusiones sobre las diferencias que se dan en cuanto al desarrollo de la personalidad del educando entre su entrada y salida. A diferencia de otros componentes del proceso docente educativo como los objetivos, contenidos o formas y métodos de enseñanza tiene una cualidad que la distingue y es la de decidir si se pasa o no se pasa de grado o año, si se alcanza o no el título por el que se opta, si se aprueba o no y de aprobarse en cuál medida. Es la componente encargada de resaltar valores o cualidades o en su defecto la encargada de señalar incompetencias.

No siempre el sistema de evaluación establecido en una institución es el más apropiado para una materia o disciplina en particular, en ocasiones éstas deben ajustarse al sistema cuando debe ser al revés por lo que se deben conciliar ambas necesidades.

Existen procesos, conceptos y métodos que no pueden soslayarse en un proceso de evaluación de conocimientos habilidades y valores. Por ejemplo, la optimización como concepto y principio debe formar parte de los modos de pensar y actuar del ingeniero; para el caso de la ingeniería industrial se requiere optimizar recursos materiales, humanos y financieros, mientras que el ingeniero informático requiere optimizar tiempo de procesamiento y memoria al usar computadoras por lo que estos aspectos deben desarrollarse en las materias que tributan a la formación de estos profesionales.

En algunas materias se conoce de antemano que entre un 10 y un 20 por ciento de los estudiantes están bien preparados y aprobarán los exámenes sin dificultades, mientras que otro 10 – 20 por ciento se encuentra en el otro extremo, es decir son los que como regla nunca aprueban por lo que siempre se tiene una masa de estudiantes que oscila entre un 60 y un 80 por ciento de la que nada se sabe en principio y son con los que debe trabajarse más durante el curso. Algunos docentes aplican la “política del deguello” eliminando estudiantes que con un poco más de tiempo pueden salvarse. Por muy calificado que un docente se considere no tiene derecho a prohibirle a un estudiante que reciba la influencia de otros colectivos de educadores. En carreras universitarias se dispone como regla de 10 semestres para que el estudiante se gradúe pero también para que no se gradúe, por lo que corresponde a los planes y programas de estudio a elaborar y a los colectivos de educadores, realizar una labor más equilibrada que evite resultados negativos desproporcionados en los primeros semestres.

La evaluación deberá atenerse a criterios tanto de coherencia y concordancia como de factibilidad donde se conjuguen los componentes académico, laboral e investigativo. Se deberá tener en cuenta el tiempo real de que dispone el estudiante para procesar los conocimientos y adquirir las habilidades así como los conocimientos anteriores que garantizan el cumplimiento de los objetivos previstos. Estas reflexiones y otras que el lector puede hacer muestran

cómo el tema de la evaluación resulta muy complejo, de mucha subjetividad. Ya en el epígrafe anterior se señalaron ejemplos reales donde se aprecia el nivel de incertidumbre asociado a los resultados de una evaluación.

Mas adelante se propone un modelo que nos permite conocer las competencias que tiene el estudiante. La técnica propuesta puede usarse en algunos momentos de un curso con el objeto de conocer el nivel real de preparación que se va logrando.

## Modelo de autoevaluación a partir del desarrollo de competencias

A continuación se propone un modelo de autoevaluación que puede aplicarse durante todo el curso como diagnóstico para conocer las competencias que se van logrando y también las insuficiencias que aún se tienen previo al acto de evaluación. El modelo propuesto no contradice las formas y métodos establecidas para las evaluaciones parciales o finales de una asignatura o disciplina y puede aplicarse tanto como auto evaluación por cada estudiante o por el profesor con su grupo de estudios. La metodología propuesta permite a tiempo realizar un chequeo o diagnóstico sobre el estado de preparación real de cada estudiante y se basa en el principio de ordenar las capacidades o competencias que van desarrollándose durante un curso o semestre por una disciplina o asignatura. A continuación se ilustra mediante un ejemplo sencillo y sólo con fines demostrativos a partir de capacidades o competencias de un curso de matemática para carreras de ingeniería.

## Algunas capacidades o competencias a desarrollar durante el curso de matemática

P1 – Dominar las reglas del tecnicismo algebraico.

P2 – Interpretar el texto de un problema atendiendo a sus variables de entrada y salida, funciones implicadas y relaciones entre ellas.

P3 – Elegir el método o algoritmo indicado para realizar un cálculo o resolver un problema.

P4 – Interpretar la solución obtenida al realizar un cálculo o resolver un problema.

P5 – Evaluar correctamente las condiciones para las cuales resulta válido aplicar un método, una propiedad, un teorema o un algoritmo.

P6 – Aplicar vías alternativas para comprobar la solución de un problema o un cálculo realizado.

P7 – Adaptarse al modo de pensar o actuar específico de cada tema o grupo de clases.

P8 – Dominar los rudimentos de la geometría analítica, las funciones trigonométricas y exponenciales.

P9 – Evaluar la unidad y coherencia que debe existir entre los datos del problema o la información del objeto a modelar y la solución que se busca.

P10 – Ajustar o adaptar un nuevo modelo a otros conocidos.

P11 – Apoyarse en ideas intuitivas e interpretaciones geométricas y físicas.

P12 – Buscar analogías y combinaciones de ideas conocidas, construir nuevas situaciones problemáticas y analizar los problemas a partir de situaciones extremas en sus datos.

P13 – Desarrollar modos de pensar y actuar tanto de manera independiente como a través del grupo o pequeños colectivos de estudio.

Estas capacidades, u otras que pueden considerarse, se van desarrollando a través de los contenidos, pero durante un semestre o curso pueden ocurrir avances o retrocesos en una misma capacidad. El modelo que se propone tiene por objetivo el ordenamiento de las capacidades o competencias a partir de etapas o periodos en que puede dividirse el semestre o curso.

Resulta frecuente en matemáticas y puede ocurrir en otras materias, ir pasando de un contenido a otro en un curso o semestre donde muchos estudiantes van acumulando incompetencias e insuficiencias, pero tanto ellos como los propios docentes piensan más en términos del propio contenido que en las causas de las fallas que tienen. No se pretende tampoco cuestionar la validez de las ideas de otros cuando de evaluación del aprendizaje se trata, más bien con esta propuesta se pretende complementar o apoyar las formas y métodos establecidos para la evaluación de una asignatura o disciplina ya que no contradice ningún criterio establecido. El método puede implementarse fácilmente en una computadora con lo cual puede convertirse como en un juego para el estudiante, como un entretenimiento complementario al estudio que le permite conocer su progreso o retroceso en las capacidades o competencias.

## Algoritmo para el ordenamiento de las capacidades o competencias

El algoritmo que se propone aparece desarrollado en (5) como vía para el ordenamiento de un conjunto  $E1 = \{ P1, P2, \dots, Pm \}$  de  $m$  elementos a partir de otro conjunto  $E2 = \{ C1, C2, \dots, Cn \}$  de  $n$  características o cualidades que forman los criterios para el ordenamiento. Estas técnicas basadas en los principios de la matemática borrosa, se han desarrollado últimamente a partir de los trabajos de Arnold Kaufmann y Jaime Gil Aluja para el planteamiento y solución de muchos problemas económicos, de gestión y sociales en general, aunque no resulta habitual su uso en temas asociados a la actividad educacional por lo que puede considerarse su aplicación un elemento novedoso en esta esfera. Dos trabajos donde se muestra la aplicación de estas técnicas; uno para el ordenamiento de valores y otro relacionado con el problema de la comunicación en el aula, pueden verse en [1].

Para el caso que nos ocupa tomaremos como conjunto  $E1$  el formado por las capacidades o competencias a desarrollar durante un curso o semestre y  $E2$  el conjunto formado por periodos de tiempo (semanas por ejemplo) o por los contenidos que se van impartiendo en uno o varios periodos. Sólo con fines indicativos consideremos un curso de matemática en carreras de ingeniería y dentro de él el tema de Ecuaciones Diferenciales. Consideremos los contenidos siguientes asociados a ese tema:

C1 - Ecuaciones diferenciales de primer orden.

C2 - Ecuaciones diferenciales de orden superior.

C3 - Sistemas de ecuaciones diferenciales.

C4 - Condiciones de existencia y unicidad.

C5 - Elementos de la teoría cualitativa de las ecuaciones diferenciales.

C6 - Problemas que se modelan mediante ecuaciones diferenciales o sistemas.

C7 - Métodos numéricos de solución de ecuaciones diferenciales.

Tomemos también con fines demostrativos y para no realizar una exposición demasiado extensa, las 8 primeras capacidades o competencias ya mencionadas. Entonces tenemos:

$$E1 = \{ P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 \} \text{ y}$$

$$E2 = \{ C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 \}.$$

Un estudiante puede llenar entonces la siguiente tabla:

|    | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| C1 | .2 | .1 | .6 | .9 | .7 | .4 | .3 | .2 |
| C2 | .1 | .6 | .5 | .8 | .4 | .3 | .6 | .9 |
| C3 | 1  | .2 | .3 | .6 | .4 | .3 | .9 | .8 |
| C4 | .5 | .7 | .6 | .4 | .1 | .2 | .6 | .4 |
| C5 | .9 | .8 | .7 | .2 | .5 | .1 | .9 | .8 |
| C6 | .6 | .5 | .3 | .1 | .2 | .9 | .6 | .5 |
| C7 | .3 | .2 | .9 | .8 | .7 | .5 | .5 | .5 |

El significado de la tabla es como sigue: En la primera fila y segunda columna aparece el valor .1 con lo cual se expresa que el estudiante considera que para el contenido C1 tiene desarrollada la capacidad P2 a ese nivel, es decir poco desarrollada (solo al 10 por ciento). El valor .9 de la primera fila y cuarta columna significa que la capacidad P4 el estudiante considera que para el contenido C1 la tiene desarrollada al nivel .9 es decir muy desarrollada (al 90 por ciento) y así con todas las capacidades y contenidos.

Lo interesante de este enfoque es que los valores situados en las celdas pueden obtenerse como medidas, es decir estimaciones numéricas objetivas o como valuaciones es decir estimaciones numéricas subjetivas. Con esta información podemos formar una nueva tabla con los siguientes valores:

|    | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| P1 | X  | 5  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 5  |
| P2 | 2  | X  | 4  | 3  | 4  | 3  | 2  | 3  |
| P3 | 4  | 3  | X  | 4  | 5  | 6  | 3  | 3  |
| P4 | 3  | 4  | 3  | X  | 5  | 6  | 3  | 3  |
| P5 | 3  | 3  | 2  | 2  | X  | 5  | 2  | 2  |
| P6 | 4  | 4  | 2  | 1  | 2  | X  | 3  | 3  |
| P7 | 6  | 6  | 5  | 4  | 5  | 5  | X  | 6  |
| P8 | 3  | 6  | 4  | 5  | 5  | 5  | 2  | X  |

Su significado es el siguiente: el número 5 que aparece en la primera fila y segunda columna indica que la capacidad o competencia P1 tiene valuaciones mayores o iguales que la capacidad o competencia P2 para 5 contenidos que en este caso son los contenidos C1, C3, C5, C6 y C7. Este procedimiento se aplica con todos los pares de capacidades o competencias.

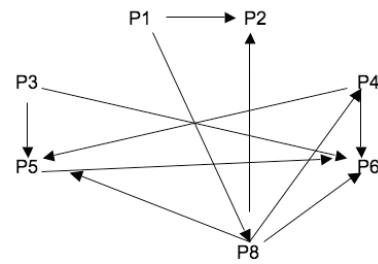
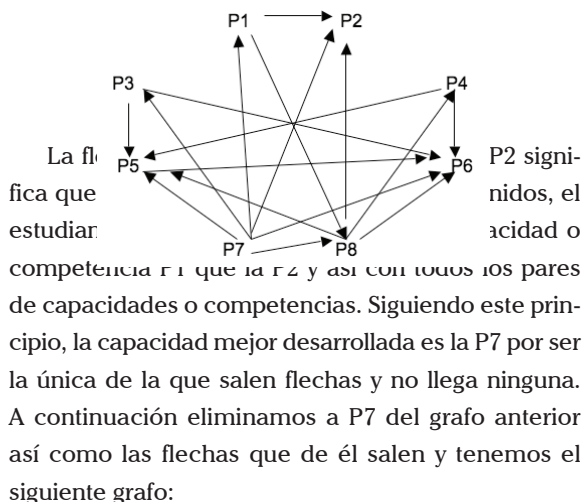
Si ahora dividimos el valor de cada celda por 7 (total de contenidos), se tiene:

|    | P1  | P2  | P3  | P4  | P5  | P6  | P7  | P8  |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P1 | X   | .71 | .43 | .57 | .57 | .43 | .43 | .71 |
| P2 | .29 | X   | .57 | .43 | .57 | .43 | .29 | .43 |
| P3 | .57 | .43 | X   | .57 | .71 | .86 | .43 | .43 |
| P4 | .43 | .57 | .43 | X   | .71 | .86 | .43 | .43 |
| P5 | .43 | .43 | .29 | .29 | X   | .71 | .29 | .29 |
| P6 | .57 | .57 | .29 | .14 | .29 | X   | .43 | .43 |
| P7 | .86 | .86 | .71 | .57 | .71 | .71 | X   | .86 |
| P8 | .43 | .86 | .57 | .71 | .71 | .71 | .29 | X   |

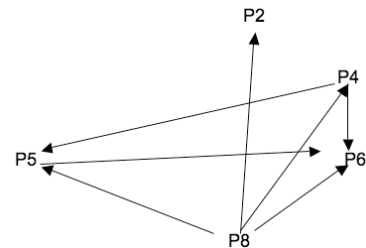
Si ahora consideramos un umbral, por ejemplo 0.7, entonces los valores mayores o iguales a 0.7 se convierten en 1 y los valores menores se convierten en 0 y se tiene la siguiente tabla:

|    | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| P1 | X  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| P2 | 0  | X  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| P3 | 0  | 0  | X  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  |
| P4 | 0  | 0  | 0  | X  | 1  | 1  | 0  | 0  |
| P5 | 0  | 0  | 0  | 0  | X  | 1  | 0  | 0  |
| P6 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | X  | 0  | 0  |
| P7 | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | X  | 1  |
| P8 | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | X  |

La tabla anterior se puede ilustrar mejor con el siguiente grafo:



Los nuevos vértices sin predecesor son ahora P1 y P3 que formaran el siguiente eslabón en el ordenamiento. Continuando el proceso eliminemos ahora a P1 y P3 y a las flechas que de ellos salen:



El nuevo vértice sin predecesor es P8 que forma el siguiente eslabón del ordenamiento. Eliminando ahora a P8 se tiene:



Continuando la misma idea el ordenamiento continúa con P4, luego P5 y finalmente P2 conjuntamente con P6. En resumen el ordenamiento obtenido es el siguiente:

$\{P7\} < \{P1, P3\} < \{P8\} < \{P4\} < \{P5\} < \{P2, P6\}$

por lo que el estudiante deberá prestarle mayor atención a las capacidades  $\{P2, P6\}$ ,  $\{P5\}$  y  $\{P4\}$  en ese orden por ser las mas deficientes. La metodología propuesta puede aplicarla también el docente con su grupo de estudios con lo cual puede ordenar las capacidades o competencias de éste. En la práctica de acuerdo al umbral escogido, el ordenamiento puede resultar mas o menos “borroso”, es decir puede tener mayor o menor significación para los fines previstos, pero esto no constituye un impedimento ya que el um-

bral tiene un efecto similar al de los controles de brillo y contraste en una pantalla, por lo que se recomienda probar con diferentes umbrales para discernir mejor las capacidades o competencias que se sitúan en los extremos del ordenamiento.

El trabajo presentado guarda coherencia con los principios que en plano teórico se proponen sobre evaluación del aprendizaje. Hace más de 20 años la Doctora Nina F. Talízina [8] al referirse al control expresaba que éste cumple entre otras las funciones de retroalimentación, de motivación, de refuerzo y de ayuda al estudiante y su frecuencia dependerá de dos indicadores: del éxito que se logre en la ejecución de la tarea y de la necesidad que tenga el alumno de ser sometido a control, por lo que si el trabajo es exitoso pero no se siente seguro, debe autocontrolarse; de igual manera cuando comete errores y siente la necesidad o cuando todo lo hace mal y ni siquiera siente la necesidad del autocontrol.

En este orden de ideas, en su documentada obra sobre el tema [7], la doctora Miriam González Pérez expresa: “La posibilidad de provocar que el estudiante se evalúe él mismo, reflexione sobre su estilo de aprendizaje, sus estrategias de estudio, sus proyectos, constituye una potente proyección de la evaluación inicial: viable pero poco utilizada.” Por otra parte, la metodología propuesta se corresponde con los principios expresados por el Doctor Guillermo Bernaza [3] sobre la evaluación contemporánea en contraposición con la evaluación tradicional que lamentablemente aún se mantiene en muchas aulas. En términos similares se expresa la Doctora Maribel del Valle García [4] cuando expresa “La evaluación se considera como proceso revelador de la unidad de lo cognitivo y lo afectivo en el proceso de aprendizaje, capaz de discernir el progreso en el desarrollo de la personalidad del educando y de orientar tanto al profesor como al propio educando hacia donde es necesario dirigir los mayores esfuerzos. Se educa al educando para autoevaluarse y se propicia la evaluación grupal. Considerar al educando como sujeto en el proceso de evaluación significa darle en dicho proceso un espacio participativo, reflexivo y de toma de decisiones”.

El trabajo presentado puede contribuir a la materialización de estas ideas.

## Conclusiones

Se ha querido con este trabajo mostrar las posibilidades que tiene el uso de técnicas aplicadas principalmente en problemas de gestión económica, a tareas asociadas con la actividad educativa, por lo que puede considerarse una modesta e incipiente contribución de esas técnicas a esta esfera. Entre las ventajas de la propuesta que se ofrece podemos citar las siguientes:

- Ayuda a descubrir en el estudiante la esencia verdadera de sus principales insuficiencias.
- El propio estudiante puede autoevaluarse.
- El profesor puede también aplicar la metodología propuesta y conocer el desarrollo de su grupo de estudios.
- El algoritmo es de fácil implementación tanto manual como computarizada.
- Contribuye al desarrollo de la personalidad de los estudiantes y puede aplicarse en diversas disciplinas o asignaturas.
- No contradice las formas y métodos establecidas para la evaluación de una materia y en todo caso sirve de apoyo o complemento de ésta.

Las técnicas de referencia han mostrado su efectividad para la toma de decisiones en el campo empresarial. Aquí las decisiones van dirigidas a optimizar los recursos materiales, humanos y financieros con el objeto de lograr las mayores ganancias en un mundo empresarial cada vez mas competitivo y donde casi a diario surgen nuevos productos y servicios, algunos verdaderamente valiosos, pero otros sólo con una imagen edulcorada para captar nuevos clientes.

En la actividad docente se requiere también tomar decisiones para optimizar los recursos materiales, humanos y financieros que permitan que la amplia masa de estudiantes adquiera los conocimientos, habilidades y valores en correspondencia con la época. Aquí, aunque existen decisiones institucionales importantes y necesarias para tales fines, las decisiones de mayor trascendencia para la materia prima con que se trabaja, son las que constantemente debe ir tomando el profesor con sus educandos sobre el principio de actuar como guía, como orientador y facilitador de ese proceso para que las ideas y valores surjan, se desarrollen y sean aprehendidas por sus estudiantes. Para materializar lo expuesto en este trabajo en un tema concreto de una disciplina o asignatura, el docente o

su colectivo deberá definir como parte del trabajo metodológico y a partir de los objetivos previstos, cuáles capacidades o competencias deben irse formando. Esto debe además discutirse con sus estudiantes para que se familiaricen con esas capacidades y para que manejen este lenguaje.

Esta línea de trabajo deberá desarrollarse e investigarse más buscando sus puntos de contacto con las Ciencias Pedagógicas ya que puede tributar herramientas que bien utilizadas contribuirían a la elevación de la calidad y eficiencia de nuestro trabajo educativo. 

### Una observación necesaria

En este trabajo se han utilizado los términos “capacidad” y “competencia” de forma intuitiva y con el único interés de ilustrar los objetivos de la metodología propuesta. Otras capacidades o competencias propias de un curso de matemática se pudieran considerar, así por ejemplo se sabe que la matemática en las carreras de ingeniería no se explica para que luego se use siempre según las reglas con las cuales se explicó. Resulta vital el papel formativo de esta ciencia para analizar otros problemas. Si explicamos la construcción del gráfico de una curva, más importante que las herramientas conocidas de extremos y asíntotas puede ser que analizar lo que ocurre con los valores de la función cuando su dominio toma valores muy pequeños, muy grandes o próximos a un punto donde ésta se indefina. De igual manera al analizar un problema según leyes de probabilidad puede resultar útil evaluar su comportamiento para valores pequeños (próximos a cero) o valores grandes (próximos a uno) de la probabilidad; es decir educar al estudiante a “pensar en situaciones extremas” puede ayudarlo a comprender mejor las leyes que estudia. En una carrera de Historia del Arte por ejemplo, se requieren capacidades o competencias asociadas con la apreciación artística y literaria y son sus especialistas quienes deben definirlas. Una lectura reposada de este trabajo muestra sus posibilidades de aplicación también para la carrera de Historia del Arte o para otra carrera.

### Referencias bibliográficas

[1] ALONSO AGUILA LUIS M. Y MÉNDEZ FABRÉT CARMEN L.  
2004 “La Matemática en la Incertidumbre: una aplicación al estudio sobre la formación de valores en los estudiantes” Revista TEMAS de Ciencia y Tecnología. Universidad Tecnológica de la Mixteca México Vol. 8 Nr. 23, páginas

19 – 23 y 44- 47. Puede accederse también vía Internet.

- [2] ALVAREZ DE ZAYAS CARLOS M.  
1999 “La Escuela en la Vida” Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- [3] BERNAZA RODRÍGUEZ GUILLERMO  
2000 “La evaluación desde una perspectiva psicológica”. Revista Cubana de Educación Superior, Nro. 2 año.
- [4] DEL VALLE GARCÍA MARIBEL, DOUGLAS DE LA PEÑA CAROLINA Y PRADO CABALLERO LUIS  
2003 “Una estrategia didáctica para el desarrollo integral del educando” Libro Electrónico Pedagogía 2003” Memorias del evento internacional. La Habana febrero de 2003.
- [5] GIL ALUJA JAIME  
1999 “Elementos para una teoría de la decisión en la incertidumbre”. Editorial Milladoiro España.
- [6] GIL LAFUENTE JAIME  
1997 “Marketing para el nuevo milenio. Nuevas técnicas para la gestión comercial en la incertidumbre”. Ediciones pirámide España.
- [7] GONZÁLEZ PÉREZ MIRIAM  
2000 “Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria” Revista Pedagogía Universitaria Vol.5 No.2.
- [8] TALÍZINA N. F.  
1985 “Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior” Universidad de la Habana. Pag. 255-269.
- [9] Se refiere a las experiencias del autor como miembro de los tribunales para las olimpiadas estudiantiles de matemática.
- [10] Se refiere a un experimento realizado como parte de una Reunión Metodológica del Departamento de Matemática General de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE.

**Dr. Luis Manuel Alonso Aguila**

Profesor Titular

Departamento de Matemática General

Facultad de Ingeniería Industrial, CUJAE, Ciudad de La Habana  
Cuba.