

## ESTIMACIÓN DE PERFORMANCE DE VALUACIÓN DE ALUMNOS MEDIANTE MODELADO DIFUSO

Jorge E. SAGULA\*, René J. TESEYRA<sup>+</sup>

ICTIC-Universidad de la Cuenca del Plata, Argentina

\*jsagula@infovia.com.ar  
<sup>+</sup>ladsi@ucse.edu.ar

**Resumen:** El hecho de considerar como medida de rendimiento académico de un estudiante exclusivamente los resultados obtenidos por este en evaluaciones ocasionales a intervalos predeterminados de tiempo, caracterizadas con cuestionarios cuyos formatos son uniformes, es posible que se constituya en un medio poco adecuado para estimar el nivel de aprendizaje de todos los estudiantes, debido a que este mecanismo descripto no se centra en las preferencias de cada estudiante y por ende se priva de explotar el potencial individual de aprendizaje que tiene cada uno. A este aspecto se le puede agregar el hecho que al estar prefijadas las fechas en que se realizarán las evaluaciones, los estudiantes se tornan propensos a realizar esfuerzo escolar únicamente en dichas fechas, requiriendo para ello, en muchos casos, ayuda particular externa al ámbito de la clase.

En este artículo, en aras de analizar la desagregación de respuestas en el contexto que estas se realizan, se efectúa el modelado en términos más adecuados a la representación propiamente dicha, por tanto se postula una aproximación mediante modelado difuso.

**Palabras Clave:** Valuación – Evaluación – Desagregación – Contexto – Modelado Difuso.

## 1. Introducción

El propósito de este artículo persigue la intención de esquematizar un modelo lógico-matemático que establezca una forma de relación entre las valuaciones, obtenidas a partir de las evaluaciones, exámenes o interrogatorios que deben resolver y/o contestar los estudiantes, con la ponderación del rendimiento académico de tales estudiantes, visto este último en términos de un vector de creencia [2], donde no se establece una única medición del rendimiento sino un perfil completo sobre cada una de las aptitudes, que a nuestro criterio, se relacionan con las habilidades, conocimientos y “*know-how*” [6] que son propios de cada estudiante.

En este artículo se ha postulado abordar el seguimiento del rendimiento de los estudiantes mediante la utilización de un vector de creencia difuso, pero a la vez, tratando la centralización del trabajo en un aspecto que no es asiduamente tratado en trabajos similares como ser la relación entre los distintos tipos o instrumentos de evaluación [1] y su contribución a la estimación veraz del rendimiento de los estudiantes.

Básicamente el enfoque trata de que el docente relacione cada material de evaluación con los conocimientos y habilidades que conforman el perfil del modelo de estudiante.

Consideramos que al expresar esta relación, se puede aportar claridad sobre dos aspectos cruciales del proceso de enseñanza-aprendizaje:

1. Elaborar un perfil de alumno que refleje en forma más acorde la realidad en términos contextuales, del propio perfil de conocimientos y procedimientos para la resolución de problemas exhibido por cada estudiante [3].
2. Que los docentes puedan utilizar esta información con el propósito que los estudiantes tengan la cantidad justa de evaluaciones y que éstas, al mismo tiempo, se ajusten adecuadamente al perfil de los estudiantes [5].

## 2. Tipos de Evaluaciones

A continuación se enunciarán los tipos principales, o al menos, los más comúnmente utilizados en el proceso de evaluación de los estudiantes [1].

### 2.1 Exámenes de composición o ensayo

Este tipo de prueba hace que el estudiante responda con sus propias palabras, su propio estilo y su propia organización mental.

Algunas sugerencias para elaborar la calidad de una prueba de composición, a saber:

- Estimular al alumno con consignas o preguntas del tipo: “por qué”, “para que critique”, “establezca diferencias”, “sintetice”, “compare”, “efectúe el desarrollo”, “evalúe”, “analice”, “comente”, etc.

- Llevar al estudiante al significado preciso que el profesor quiere darle.
- Las preguntas no deben ser demasiado extensas.
- Tratar que en la pregunta misma se indique el alcance de la respuestas esperada.
- Calcular el tiempo que tardará el estudiante-promedio en responder cada pregunta.

Las ventajas que existen en este tipo de evaluación son:

- Es un instrumento para comprobar cómo el estudiante organiza los conocimientos asimilados, cómo los expresa y los dispone.
- Permite descubrir cuáles son los hábitos de trabajo del estudiante.
- Permite apreciar la capacidad para emitir juicios críticos y apreciar valores.
- Permite apreciar el estilo, ortografía y la construcción gramatical.
- Permite apreciar la originalidad del pensamiento.
- El alumno puede revelar su expresión personal con más libertad.
- Otorga un sentido de seguridad, favoreciendo al estudiante tímido.
- Reduce al mínimo la interferencia y favoritismo del profesor.
- Permite hacer comparaciones en muchos aspectos del aprendizaje.

Las desventajas existen en este tipo de evaluación son:

- Son difíciles para calificar, pues por la forma como se formulan, sus preguntas admiten diversidad de respuestas.
- No pueden ser sometidas a procesamiento estadístico.
- Permiten que el profesor ponga en juego elementos subjetivos al calificar.

## **2.2 Exámenes objetivos o de respuesta corta**

Estas pruebas se llaman objetivas porque intentan eliminar la subjetividad del profesor al analizar, procesar y calificar la prueba.

Los elementos necesarios para la elaboración de una prueba objetiva son, entre otros:

1. Hacer un cuidadoso análisis de los objetivos del curso.
2. Preparar un esquema que sirva de base a la prueba.
3. Ajustar la prueba al programa de estudios.
4. Abarcar la mayor extensión de la materia vista, asignando mayor importancia a los aspectos más significativos.
5. Seleccionar los objetivos que serán medidos.
6. Elaborar un número suficiente de reactivos.
7. Revisar la redacción de los reactivos.
8. Dar instrucciones claras y precisas.

Los exámenes de este tipo son:

## **2.2.1 Pruebas de suministro o respuesta directa**

### **2.2.1.1 Respuesta Corta**

Los ejercicios de esta prueba se presentan, por lo general, en forma de pregunta directa. El estudiante sólo debe dar una respuesta simple: una palabra, un número, un nombre, etc. Sugerencias:

- Redactar preguntas cortas y concisas y con lenguaje sencillo.
- Pedir una respuesta por cada pregunta.
- Asignar espacio uniforme para cada respuesta para no dar indicio de la misma.
- El número de preguntas de este tipo no debe ser excesivo.

Ventajas:

- El estudiante ve reducido al mínimo la oportunidad de adivinar.
- El estudiante evidencia conocimientos claros y precisos.

Desventaja:

- La prueba no permite poner en juego otros procesos mentales que no sean el de retención y memorización.

### **2.2.1.2 Complementación**

Consiste en una serie de oraciones o frases donde faltan ciertas palabras que expresan conceptos. La omisión puede ser al inicio, en el medio o al final. Para completar la frase u oración, el estudiante debe incorporar la palabra que falta. Es una prueba que mide, fundamentalmente, la memorización. Sugerencias:

- Los espacios deben tener aproximadamente la misma extensión.
- Evitar frases ambiguas.
- La respuesta no debe ser doble para cada espacio en blanco.
- El número recomendable de frases incompletas, es diez.
- Redactar frases no muy largas.
- Evitar poner artículos antes del espacio en blanco.

Ventajas:

- Reduce al mínimo la posibilidad que el alumno adivine la respuesta.

Desventajas:

- Su uso exagerado puede conducir al alumno a una memorización excesiva.

### **2.2.1.3 Pruebas de Selección**

#### **2.2.1.3.1 Verdadero o Falso**

Consiste en una serie de alternativas, con el propósito que el estudiante debe contestar si una oración, palabra, número, etc., es verdadero o falso, conforme a las indicaciones dadas. Sugerencias:

- Redactar oraciones cortas, concretas y con claridad.
- Colocar los reactivos al azar.
- No expresar en forma negativa los reactivos.
- No excederse en el número de reactivos.

Ventajas:

- Se califican fácil y rápidamente.
- Son rápidos de contestar.

Desventaja:

- Permite que las respuestas de los estudiantes se den al azar.

#### **2.2.1.3.2 Selección Múltiple**

Consiste en una pregunta básica, seguida de tres o más opciones. Sugerencias:

- El significado de la opción debe presentar un problema definido.
- Los reactivos deben ser lo más explícitos posibles.
- No se deben usar oraciones negativas.
- Todas las opciones válidas deben ser gramaticalmente consistentes en cuanto al significado del reactivo.
- Cada reactivo debe tener una sola respuesta válida y debe ser suficientemente clara de modo de no permitir que el estudiante dude al respecto.
- Una respuesta se presenta como elemento distractor.

Ventajas:

- Busca que el estudiante ejercite funciones de reconocimiento y raciocinio.
- Sirve para indagar acerca de la memoria de reconocimiento y se usa para medir la capacidad de relacionar.
- Se califican fácil y rápidamente.

Desventaja:

- Su elaboración es difícil si se desea lograr una prueba válida y confiable.

### **2.2.1.3.3 Por Pares o Relación de Columnas**

También se denomina prueba de correspondencia. Consiste en una serie de hechos, acontecimientos o definiciones, confrontados unos con otros, de modo que tengan relación entre sí. Sugerencias:

- Usar los contenidos de un solo tema en cada uno de los ejercicios.
- El número de opciones para la respuesta siempre debe ser mayor al número de premisas.
- Colocar las respuestas al azar.
- Redactar premisas cortas, concretas y con claridad.

Ventajas:

- Mide la capacidad del estudiante para establecer relaciones entre dos o más hechos significativos y distintos.
- Permite apreciar el poder discriminatorio del estudiante y su capacidad para establecer relaciones.

Desventajas:

- No permite explorar la capacidad de raciocinio del estudiante.

### **2.2.1.4 Pruebas de Identificación**

#### **2.2.1.4.1 Ordenación**

Estas pruebas también se denominan de ordenamiento, consisten en presentar una serie de hechos, fenómenos o partes de un todo en forma desordenada. El alumno deberá ordenar los hechos de acuerdo a las instrucciones. Sugerencias:

- Seleccionar aquellos aspectos posibles de enumerar u ordenar con cierto criterio lógico.
- Si se emplea un gráfico, éste debe ser bien claro y además, sus partes a enumerar u ordenar deben estar bien definidas.

Ventajas:

- Permite apreciar la capacidad de observación, reflexión y asimilación de conocimientos.
- Su ejecución es muy rápida y recomendable para asignaturas donde existan características descriptivas.

Desventaja:

- Su uso excesivo no permite la evaluación de otras habilidades.

#### **2.2.1.4.2 Localización o Identificación**

Consiste en presentar dibujos, gráficos o fotografías con el propósito que el estudiante identifique o localice las partes que componen la ilustración. Sugerencias:

- Seleccionar aquellos aspectos de la asignatura que más se presten para este tipo de exploración.
- Dibujar el objeto en un lado de la hoja (izquierda o derecha) en que se realizará la prueba, numerando las partes que la componen.
- Colocar las denominaciones de las partes en el lado opuesto al objeto presentado (la presentación se efectúa sin orden lógico y las denominaciones están precedidas de un espacio en blanco).

Ventaja:

- Permite medir la capacidad de establecer relaciones y hacer diferenciaciones.
- 

Desventaja:

- El estudiante puede dar respuestas correctas por azar.

#### **2.2.1.4.3 Exámenes a Libro Abierto**

Este tipo de prueba permite que el estudiante pueda consultar libros, notas, cuadernos, apuntes o cualquier material escrito, con el fin de responder una pregunta o analizar un tema. El objetivo es que el estudiante reflexione sobre lo leído y, sobre todo, de qué forma generaliza esos principios hallados y los aplica en busca de una solución práctica adecuada. Ventajas:

- Revelan cómo hace el estudiante para seleccionar fuentes informativas, cómo investiga en ellas, cómo reflexiona sobre lo leído, y sobre todo, de qué manera generaliza esos principios y los aplica en busca de una solución adecuada.
- Ayuda a desarrollar el pensamiento crítico y creador del estudiante
- Capacita al estudiante para distinguir flaquezas y excelencias del trabajo dado.
- Posibilita que el estudiante sea creativo, experimental, imaginativo, capaz de comprobar resultados en situaciones hipotéticas y, evaluador de posibles cursos de acción.

Desventaja:

- La dificultad de calificar.

### 3. Vector de Creencia y Modelo Difuso de Estudiante

Tal como se describe en [2], a cada estudiante  $i$  el modelo que lo define se representa por la tupla denotada por  $S_i$ , tal que:

$$S_i = \{S_{i1}, \dots, S_{in}\} \quad (1)$$

donde cada  $S_{ij}$  caracteriza cierto conocimiento, habilidad o un parámetro externo al aula que en forma conjunta definen el perfil del estudiante  $i$ , pudiendo tomar valores en el intervalo  $[0,1]$ .

Existe una tupla  $S_i$  por cada tópico al cual el estudiante va accediendo durante su proceso de aprendizaje; cada uno de ellos actualiza sus valores en función de las creencias y observaciones de los docentes. En consecuencia, cada tupla se expresa como  $S_i T_j$  es decir, representa el perfil del estudiante  $i$  obtenido a partir de la enseñanza de un tópico  $j$ .

A su vez, cada elemento  $S_{ij}$  está conformado por un vector de 5 (o 7) elementos que se corresponden con las ponderaciones del docente sobre el nivel demostrado por el estudiante respecto de cierto conocimiento, habilidad o un parámetro externo al aula  $i$  correspondiente al tópico  $j$ . En este caso las categorías seleccionadas para el Vector de Creencia son las siguientes [7]:

- Excelente  $\in (0,8; 1]$
- Muy Bueno  $\in (0,6; 0,8]$
- Bueno  $\in (0,4; 0,6]$
- Regular  $\in (0,2; 0,4]$
- Malo  $\in [0; 0,2]$

### 4. Modelo Difuso de Estudiante a partir de las Evaluaciones

En primera instancia el docente deberá establecer una relación entre cada una de las evaluaciones que utilizará respecto de cada conocimiento, habilidad o parámetro externo al aula, que en forma conjunta definen el perfil del estudiante. Se considera que esta relación de extrema importancia para establecer un conjunto de evaluaciones más centradas en los estudiantes, ya que a estos le resulta difícil establecer preferencias por algún tipo de evaluación [4]. Esta relación debe ser expresada mediante valores difusos, pudiendo tomarse como referencia la siguiente escala:

- Muy Fuertemente Relacionado  $\in (0,8; 1]$
- Fuertemente Relacionado  $\in (0,6; 0,8]$
- Moderadamente Relacionado  $\in (0,4; 0,6]$
- Pobremente Relacionado  $\in (0,2; 0,4]$
- No Relacionado  $\in [0; 0,2]$

Cada una de estas ponderaciones se denotará por  $R_{jk}$ , tal que cada  $j$  es un cierto conocimiento, habilidad o parámetro externo al aula definido y  $k$  es una evaluación

determinada. Es necesario aclarar aquí, que estas relaciones deben permanecer inalterables para todos los estudiantes de un curso.

Así, la valuación numérica obtenida por un estudiante en una evaluación en particular, será dividida por el máximo valor numérico que puede obtenerse para tal evaluación, y este resultado a su vez, será multiplicado por las ponderaciones difusas definidas por el docente (explicadas anteriormente), a fin de obtener una estimación de la evolución de tal estudiante respecto a su conocimiento, habilidad o parámetro externo al aula, a saber:

$$PE_{ij} = (N_{ik} / M_k) * R_{jk} \quad (2)$$

tal que:

$PE_{ij}$ : es la estimación ponderada de la valuación del estudiante  $i$  respecto del conocimiento, habilidad o parámetro externo  $j$ .

$N_{ik}$ : es la valuación numérica obtenida por el estudiante  $i$  para la evaluación  $k$ .

$M_k$ : es la notación numérica máxima posible para la evaluación  $k$ .

$R_{jk}$ : es la ponderación de referencia determinada por el docente que relaciona la evaluación  $k$  con el conocimiento, habilidad o parámetro externo  $j$ .

A su vez, el valor numérico difuso  $PE_{ij}$ , debe impactar en el historial de rendimiento del estudiante  $i$  que se almacena en el vector de creencia correspondiente. Para ello se deben ir acumulando estos valores en cada uno de los elementos correspondientes de dicho vector, la operación que se utilizará para tal fin es la suma algebraica difusa. De lo antes expresado surge la siguiente fórmula:

$$S_{ij} = S_{ij} \oplus P_{ij} \quad (3)$$

## 5. Aplicación del Modelo Matemático Difuso a partir de las Evaluaciones

Aplicando el Modelo Matemático Difuso descrito en (1), si por ejemplo, el estudiante obtuvo una valuación de 7 puntos en una evaluación  $k$  determinada, sobre una escala  $[0; 10]$ , resulta que  $N_{ik} = 7$  y  $M_k = 10$  (donde  $i$  corresponde al estudiante y  $k$ , a la evaluación); además suponiendo que, para un conocimiento, habilidad o parámetro externo  $j$ , el valor  $R_{jk}$  expresado por el docente corresponda en el rango lingüístico a “fuertemente relacionado” tal que su coeficiente sea igual a 0,85, se obtendrá:

$$PE_{ij} = (7 / 10) * 0.85 = 0.595$$

Luego, suponiendo que el valor acumulado, almacenado en el vector de creencia en el elemento  $j$  para el estudiante  $i$  es:  $S_{ij} = 0,73$ , de la aplicación de la ecuación (3), resulta que:

$$S_{ij} = 0,73 \oplus 0,595 = 0,73 + 0,595 - (0,73 * 0,595) = 0,89065$$

## 6. Conclusiones

El trabajo realizado permite aportar desde el punto de vista del docente que la cantidad de información que debe registrarse, aplicando este modelo, es mayor que en condiciones regulares; esto indica que una aplicación de este tipo puede redundar en un conjunto de tareas de carácter evaluativo más personalizadas y orientadas a potenciar las capacidades de un número significativo de estudiantes. Además, debido al hecho que la información es recolectada en forma incremental, es decir, la información histórica no se elimina, es posible afirmar que una vez que el modelo se aplica por un cierto tiempo, la cantidad de información necesaria decrece significativamente, más considerando que se requiere únicamente información sobre los nuevos ítem evaluativos.

En los resultados obtenidos en las evaluaciones se advierten mejoras que pueden considerarse como una muestra de mejoría en el rendimiento escolar de un significativo porcentaje de los alumnos bajo estudio. Lo antes mencionado sirve como base para poder argumentar que las ventajas de la aplicación del modelo superan el esfuerzo que le implica al docente recolectar la información necesaria.

El modelo fue testeado durante un cuatrimestre en evaluaciones diarias y mensuales a un grupo de 15 estudiantes de distinto nivel académico conforme la categorización efectuada por el docente a cargo, obteniéndose los siguientes resultados:

- 1 estudiante evidenció un retroceso en su rendimiento académico.
- 3 estudiantes mantuvieron su nivel de rendimiento académico.
- 5 estudiantes evidenciaron una leve mejora en su rendimiento académico.
- 6 estudiantes tuvieron una mejora significativa en su rendimiento académico.

Si en lugar de haber aplicado un modelo difuso se hubiese contextualizado el problema de la valuación y la evaluación en términos de un modelo estadístico la conclusión no podría haber permitido discriminar los resultados por cuanto la información habría correspondido a un grupo de estudiantes.

La importancia de un planteo como el que aquí se presenta, a riesgo de contener imprecisión en la potencial subjetividad del docente a cargo, se orienta a reflejar de una forma más ecuánime la valuación y consecuentemente la evaluación del estudiante.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

1. MORALES VALLEJOS, Pedro. El Rol del Profesor y la Evaluación como Oportunidad de Aprendizaje. II Jornadas Internacionales UPM sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea. ISBN: 978 - 84 - 691 - 9885 – 8. Diciembre 2008.
2. SAGULA, Jorge E. y TESEYRA, René J. Modelo Difuso de Estimación de Performance en Aprendizaje. En Mathema año 2013 : de la discusión a la reflexión en educación matemática. 1º ed. Chivilcoy; Edumat. ISBN 978-987-20239-8-0. 2013.

3. SAGULA, Jorge E. y TESEYRA, René J. Sistema Multi-Agente Educativo Adaptable en Ambiente Web. Revista Nuevas Propuestas de la UCSE N° 50. ISSN 0327-7437. Diciembre 2011.
4. STRUYVEN, Katrien, DOCHY, Filip and JANSSENS, Steven. Students' Perceptions about Evaluation and Assessment in Higher Education: a review. In proceedings of Assessment & Evaluation in Higher Education Vol. 30, No. 4, pp. 331-347. August 2005.
5. HOREJSI, C.R. & GARTHWAIT, C. L. About Evaluating Student Performance. The social work practicum: A guide and workbook for students 2nd ed., pp. 210-216. 2002.
6. LINDHOLM Jennifer A. UCLA Guidelines for Developing and Assessing Student Learning Outcomes for Undergraduate Majors 1st Edition. 2009.
7. MA, Jian and ZHOU, Duanning. Fuzzy Set Approach to the Assessment of Student-Centered Learning. In proceedings of IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, Vol. 43, N° 2, 2000.