



HACIA UN SEGUIMIENTO PROACTIVO DE LA REPITENCIA ESTUDIANTIL: UN ENFOQUE DESDE LA ESPERANZA MATEMÁTICA

TOWARDS A PROACTIVE MONITORING OF GRADE REPETITION: AN APPROACH BASED ON MATHEMATICAL EXPECTATION

AUTOR: Pablo Alberto Pérez-Gosende¹

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: pperezg@ups.edu.ec

Fecha de recepción: 10-02-2017

Fecha de aceptación: 12-03-2017

RESUMEN

Mucha importancia se le ha dado a nivel institucional en las universidades ecuatorianas al seguimiento académico de los estudiantes con vistas a minimizar las tasas de deserción y repetición. Lamentablemente este proceso se realiza con un marcado carácter reactivo, pues se prioriza el seguimiento a estudiantes que ya han reprobado asignaturas. En este contexto, este estudio pretende dar un basamento estadístico al proceso, que sirva como punto de partida en la definición de estrategias de mejoramiento del nivel de repitencia de los estudiantes de forma proactiva, priorizando los esfuerzos de gestión institucional en aquellas asignaturas con mayor probabilidad de repitencia. Se parte de un análisis probabilístico basado en el enfoque empírico de probabilidad y el Teorema de Bayes. Luego, considerando la cantidad de estudiantes que reprueban como una variable aleatoria binomial, se determina la esperanza matemática del número de estudiantes que podrían reprobado cada una de las materias ofertadas en el semestre. El procedimiento fue aplicado con éxito en el caso de estudio de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana durante el semestre 2014-2015.

PALABRAS CLAVE: Repitencia; Educación Superior; probabilidades; distribución binomial; esperanza matemática.

ABSTRACT

Great importance has been given to the academic monitoring of students in Ecuadorian universities in order to minimize the dropout and repetition rates. Unfortunately this process is managed in a reactive manner, since it has been prioritized the monitoring to students who have already failed subjects. In this context, the study aims to provide a statistical basis to the

¹ Ingeniero. Magister. Docente de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Ecuador.

process, as a starting point for defining strategies to decrease repetition rates in a proactive way, prioritizing institutional management efforts in those subjects most likely to be repeated. A probabilistic analysis based on the probabilities empirical approach and Bayes Theorem was performed. Then, considering the number of students who repeat courses as a binomial random variable, the mathematical expectation of students that would fail each subject was computed. The procedure was performed in the case of study of the Industrial Engineering career at Universidad Politécnica Salesiana during semester 2014-2015.

KEYWORDS: Grade repetition; higher education; probabilities; binomial distribution; mathematical expectation.

INTRODUCCIÓN

En el panorama de la Educación Superior a nivel global, la repitencia estudiantil es un fenómeno que subsiste con diferentes magnitudes e implicaciones sociales. Se entiende por repitencia, la acción de cursar reiteradamente una actividad docente, sea por deficiente rendimiento del estudiante o por causas ajenas al ámbito académico (González-Fiegehen, 2006). En muchos casos la repitencia está concatenada a la deserción, pues al ocurrir de manera reiterada conduce, por lo general, al abandono de los estudios (Pérez, Giuliano, Sacerdoti, Sposito, y Gargano, 2013). En este sentido, América Latina destaca como una región crítica, pues se estima que de cada dos bachilleres que ingresan a las Instituciones de Educación Superior (IES), solo uno culmina su carrera (Passailaigue-Baquerizo, Amechazurra-Tam, y Galarza-López, 2014).

Específicamente en el Ecuador, el seguimiento académico de la repitencia en la enseñanza superior ha cobrado singular importancia en los últimos dos años, dado su impacto de forma directa, en los indicadores Tasa de retención y Eficiencia Terminal, clasificados dentro del criterio "Estudiantes" del modelo de evaluación que actualmente emplea el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES), para evaluar las IES del Ecuador (Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, 2013).

Los factores que inciden sobre la repitencia han sido clasificados por Romero et al. (Romero et al., 2009) en dos grandes grupos: exógenos y endógenos al proceso docente-educativo. El primer grupo incluye factores tan heterogéneos como la condición socioeconómica, composición familiar, actitudes, valores familiares frente a la educación, nivel educacional de los padres, capacidad cognitiva, motivación por la carrera, nivel académico alcanzado por el estudiante en la enseñanza media, entre otros. Por su parte, entre los factores endógenos destacan las políticas institucionales, los recursos humanos, materiales y financieros de las IES, las relaciones pedagógicas, los métodos, contenidos y organización de la enseñanza, el nivel de dificultad

“objetiva” de la carrera y el desempeño de los docentes, entre otros (Romero et al., 2009).

El fenómeno de la repitencia requiere entonces de un seguimiento académico continuo por parte de las IES para evitar la deserción escolar, pero lamentablemente este seguimiento en el contexto ecuatoriano es realizado con un marcado carácter reactivo, pues generalmente tiene lugar después que el estudiante ha desaprobado al menos una materia. En tal sentido, ¿sería posible realizar una gestión de seguimiento proactiva que permita evitar que el estudiante desaprobe una materia? ¿Todas las materias de un programa requieren el mismo nivel de seguimiento? ¿Podría conocerse a priori, la cantidad de estudiantes que reprobarán una materia específica?

Este artículo pretende responder estas interrogantes brindando un basamento estadístico al proceso de seguimiento académico que sirva como punto de partida en la definición de estrategias de mejoramiento del nivel de repitencia de los estudiantes de forma proactiva, priorizando los esfuerzos de gestión institucional en aquellas asignaturas con mayor probabilidad de repitencia.

Se parte de un análisis probabilístico que determina la probabilidad de que un estudiante cualquiera repruebe al menos una de las materias que cursa actualmente en un programa de estudios superiores de tercer nivel. Luego, se determinan las materias en las que se prevé una mayor probabilidad de reprobación, y por último, se estima la esperanza matemática de la cantidad de estudiantes que reprobarán cada una de las materias del programa en estudio.

El análisis fue realizado en el caso de estudio práctico de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS). Esta es una institución de educación superior humanística y politécnica, de inspiración cristiana con carácter católico e índole salesiana (Universidad Politécnica Salesiana, 2014). En consecuencia, la praxis educativa, fortalecida con el legado de la Doctrina Social de la Iglesia, se basa en el acompañamiento personal, en un ambiente universitario de mediación y diálogo intercultural fiel al legado de Don Bosco. Una de las formas en las que se concreta este acompañamiento personal es precisamente en el seguimiento que realizan las distintas direcciones de carrera a los estudiantes que reprueban y en consecuencia repiten materias.

Los resultados de esta investigación permitieron a la dirección de carrera objeto de estudio, orientar sus esfuerzos de gestión en el seguimiento de los estudiantes que cursaron las materias con mayor probabilidad de repitencia durante el ciclo 2014-2015, permitiendo reducir visiblemente y de forma proactiva, la cantidad de estudiantes reprobados al término del período académico.

MÉTODOS

La probabilidad de que un estudiante matricule una asignatura de la malla académica del programa objeto de estudio, fue determinada mediante el enfoque empírico o de frecuencias relativas. Este enfoque considera la probabilidad de un evento como aquel número al cual se aproxima cada vez más la frecuencia relativa de la ocurrencia del mismo, cuando las veces que se repite el experimento que origina ese evento es suficientemente grande (Martínez-Bencardino, 2012). De tal forma la probabilidad de un evento A se calcularía de la siguiente forma:

$$P(A) = \frac{\text{Número de casos favorables al evento A}}{\text{Número de casos posibles}} \quad (1)$$

El mismo enfoque se utilizó para determinar la probabilidad condicional de que un estudiante cualquiera haya reprobado dado que matriculó la asignatura B_i . Ambos insumos se utilizaron para calcular la probabilidad de que un estudiante de la carrera objeto de estudio repruebe una materia cualquiera de forma global, mediante la aplicación del Teorema de Probabilidad Total (Walpole, Myers, y Myers, 2012).

Luego mediante el Teorema de Bayes (Walpole, Myers, y Myers, 2012), fueron determinadas las probabilidades de que un estudiante cualquiera haya matriculado la materia B_i dado que desaprobó al menos una materia. Evidentemente, los valores más elevados en este sentido, corresponderán a las materias que tienen un mayor impacto en la repitencia de los estudiantes de la carrera.

Por último, considerando la cantidad de estudiantes que reprueban como una variable aleatoria discreta que se ajusta a una distribución binomial, se determinó la esperanza matemática o valor esperado de estudiantes que reprobarán aquellas asignaturas con mayor impacto en el nivel de repitencia durante el período 2014-2015.

El procedimiento descrito anteriormente fue aplicado al caso de estudio práctico de la carrera de Ingeniería Industrial de la UPS. Los datos históricos utilizados corresponden a la cantidad de estudiantes matriculados y reprobados entre los períodos 2012-2012 y 2014-2014, o sea, los cinco períodos académicos inmediatamente anteriores al período 2014-2015.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de la metodología expuesta en el apartado anterior.

Se parte de la definición de los siguientes eventos:

B_i : El estudiante ha matriculado la materia i de la malla académica de Ingeniería Industrial

D: El estudiante desapueba al menos una materia

Tal como fue mencionado en la sección anterior, mediante el enfoque empírico se determinaron las probabilidades de que un estudiante matricule la asignatura B_i , lo que puede denotarse como $P(B_i)$ y se calcula como:

$$P(B_i) = \frac{\text{Número de inscritos en la asign. } B_i}{\text{Total de inscritos en todo el programa}} \quad (2)$$

Por su parte, las probabilidades condicionales de ocurrencia de D , dado que B_i ya ocurrió (o sea, la probabilidad de que un estudiante cualquiera desaprobe al menos una materia dado que ha matriculado la asignatura B_i), se representa como $P(D|B_i)$ y se calcula como sigue:

$$P(D|B_i) = \frac{P(D \cap B_i)}{P(B_i)} \quad (3)$$

Lo cual, alternativamente puede determinarse como:

$$P(D|B_i) = \frac{\text{Número de reprobados en la asign. } B_i}{\text{Total de inscritos en la asign. } B_i} \quad (4)$$

Los resultados de tales probabilidades pueden consultarse en la Tabla 1. Estas sirvieron de insumo para la determinación de la probabilidad de que un estudiante cualquiera repruebe al menos una materia de la malla académica de Ingeniería Industrial $P(D)$ basado en el Teorema de Probabilidad Total (Walpole, Myers, y Myers, 2012), pues se cumple que los eventos B_1, B_2, \dots, B_k constituyen particiones del espacio muestral S tal que $P(B_i) \neq 0$ para $i=1, 2, \dots, k$. Entonces puede formularse lo siguiente:

$$P(D) = \sum_{i=1}^k P(B_i \cap D) = \sum_{i=1}^k P(B_i) \cdot P(D|B_i) \quad (5)$$

De tal forma, al sustituir valores se determina que un estudiante que matricula un ciclo cualquiera en la carrera de Ingeniería Industrial, tiene una probabilidad de 19,3% de reprobado al menos una asignatura.

Por su parte, la probabilidad de que un estudiante cualquiera haya matriculado la materia B_i dado que desaprobó al menos una materia fue determinado a través de la aplicación del Teorema de Bayes (Walpole, Myers, y Myers, 2012), para $r = 1, 2, \dots, k$, considerando como premisa que $P(D) \neq 0$. Los resultados de este análisis se visualizan en la Tabla 1.

$$P(B_r | D) = \frac{P(B_r \cap D)}{\sum_{i=1}^k P(B_i \cap D)} = \frac{P(B_r) \cdot P(D|B_r)}{\sum_{i=1}^k P(B_i) \cdot P(D|B_i)} \quad (6)$$

Tabla 1. Resultados del cálculo de probabilidades por asignatura.

ASIG.	$P(B_i)$	$P(D/B_i)$	$P(B_i/D)$	ASIG.	$P(B_i)$	$P(D/B_i)$	$P(B_i/D)$
B ₁	0,056	0,341	0,0990	B ₃₂	0,01	0,03	0,0015
B ₂	0,057	0,374	0,1099	B ₃₃	0,005	0,063	0,0015
B ₃	0,07	0,401	0,1459	B ₃₄	0,005	0	0,00
B ₄	0,055	0,259	0,0735	B ₃₅	0,006	0,017	0,0005
B ₅	0,052	0,218	0,0590	B ₃₆	0,006	0,017	0,0005
B ₆	0,051	0,177	0,0465	B ₃₇	0,005	0,035	0,0010
B ₇	0,052	0,189	0,0505	B ₃₈	0,006	0,063	0,0020
B ₈	0,028	0,353	0,0505	B ₃₉	0,008	0,013	0,0005
B ₉	0,023	0,194	0,0230	B ₄₀	0,008	0,099	0,0040
B ₁₀	0,028	0,164	0,0240	B ₄₁	0,006	0,015	0,0005
B ₁₁	0,024	0,092	0,0115	B ₄₂	0,007	0,097	0,0035
B ₁₂	0,024	0,117	0,0145	B ₄₃	0,006	0,016	0,0005
B ₁₃	0,035	0,244	0,0440	B ₄₄	0,007	0,197	0,0075
B ₁₄	0,019	0,194	0,0190	B ₄₅	0,004	0,231	0,0045
B ₁₅	0,022	0,202	0,0235	B ₄₆	0,004	0,178	0,0040
B ₁₆	0,024	0,16	0,0200	B ₄₇	0,004	0,1	0,0020
B ₁₇	0,025	0,197	0,0255	B ₄₈	0,004	0,051	0,0010
B ₁₈	0,025	0,073	0,0095	B ₄₉	0,004	0,073	0,0015
B ₁₉	0,025	0,098	0,0125	B ₅₀	0,003	0,031	0,0005
B ₂₀	0,023	0,084	0,0100	B ₅₁	0,006	0,103	0,0030
B ₂₁	0,011	0,1	0,0055	B ₅₂	0,005	0,071	0,0020
B ₂₂	0,009	0,168	0,0080	B ₅₃	0,005	0,037	0,0010
B ₂₃	0,015	0,142	0,0110	B ₅₄	0,007	0,191	0,0065
B ₂₄	0,013	0,092	0,0060	B ₅₅	0,005	0,1	0,0025
B ₂₅	0,014	0,021	0,0015	B ₅₆	0,005	0,073	0,0020
B ₂₆	0,012	0,157	0,0100	B ₅₇	0,003	0	0,00
B ₂₇	0,012	0,109	0,0070	B ₅₈	0,003	0	0,00
B ₂₈	0,009	0,109	0,0050	B ₅₉	0,003	0	0,00
B ₂₉	0,01	0,071	0,0035	B ₆₀	0,003	0	0,00
B ₃₀	0,009	0,095	0,0045	B ₆₁	0,003	0	0,00
B ₃₁	0,012	0,192	0,0120	B ₆₂	0,003	0	0,00

A modo de resumen, la Tabla 2 muestra las materias que los estudiantes de Ingeniería Industrial de la UPS tienen más probabilidad de reprobación.

Tabla 2. Asignaturas con mayor probabilidad de reprobación en la Carrera de Ingeniería Industrial

CICLO ASIG.	DENOMINACIÓN	$P(B_i)$	$P(D/B_i)$	$P(B_i/D)$
I	B ₃ Química General	0,070	0,401	0,1459
I	B ₂ Álgebra Lineal	0,057	0,374	0,1099
I	B ₁ Cálculo Diferencial	0,056	0,341	0,0990
I	B ₄ Dibujo	0,055	0,259	0,0735
I	B ₅ Técnicas de Investigación	0,052	0,218	0,0590
I	B ₇ Antropología Cristiana	0,052	0,189	0,0505
II	B ₈ Cálculo Integral	0,028	0,353	0,0505
I	B ₆ Técnicas de Expresión	0,051	0,177	0,0465
II	B ₁₃ Contabilidad	0,035	0,244	0,0440
III	B ₁₇ Programación	0,025	0,197	0,0255
II	B ₁₀ Química Orgánica	0,028	0,164	0,0240
III	B ₁₅ Dinámica I	0,022	0,202	0,0235
II	B ₉ Estática	0,023	0,194	0,0230
III	B ₁₆ Fundamentos de Materiales	0,024	0,16	0,0200

Una segunda fase en el análisis perseguía como objetivo determinar la esperanza matemática o valor esperado de estudiantes que a priori, podrían reprobación al menos una de las materias aperturadas en el semestre 2014-2015. De tal forma, la cantidad de estudiantes se consideró como una variable aleatoria binomial X , bajo el supuesto de que en este experimento se cumplen las condiciones de Bernoulli (Martínez-Bencardino, 2012), a saber: el experimento consiste en n ensayos que se repiten; cada ensayo produce un resultado que se puede clasificar como éxito o fracaso; la probabilidad de éxito p permanece constante para cada ensayo; y los n ensayos son independientes entre sí.

La esperanza matemática de la variable aleatoria binomial, expresada como $E(X)$, se calcula como el número de ensayos independientes n multiplicado por la probabilidad del éxito p (Martínez-Bencardino, 2012).

$$E(X) = \mu = n \cdot p \quad (7)$$

En este caso particular, en el análisis específico para cada asignatura debe considerarse a n como el número de estudiantes que en el semestre 2014-2015 matricularon la asignatura B_j . La probabilidad de que ocurra el éxito p , se considera idéntica a $P(D|B_j)$. En consecuencia, específicamente para las materias con mayor probabilidad de generar repitencia, se determina el valor esperado de estudiantes que reprobarán al menos una asignatura en el semestre 2014-2015, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Esperanza matemática y valor real de la cantidad de estudiantes reprobados en las materias con mayor probabilidad de reprobación.

CICLO	ASIG.	DENOMINACIÓN	Esperanza matemática	Valor Real
I	B ₃	Química General	36	34
I	B ₂	Álgebra Lineal	39	22
II	B ₈	Cálculo Integral	32	6
I	B ₁	Cálculo Diferencial	45	14
I	B ₄	Dibujo	23	8
II	B ₁₃	Contabilidad	31	29
I	B ₅	Técnicas de Investigación	19	10
III	B ₁₅	Dinámica I	8	3
III	B ₁₇	Programación	5	3
II	B ₉	Estática	16	15
I	B ₇	Antropología Cristiana	16	10
I	B ₆	Técnicas de Expresión	15	10
II	B ₁₀	Química Orgánica	20	4
III	B ₁₆	Fundamentos de Materiales	5	4

DISCUSIÓN

Este estudio determinó que un estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la UPS tiene una probabilidad del 19,3% de reprobación al menos una materia en el transcurso de la Carrera. Esto puede interpretarse como que prácticamente uno de cada cinco estudiantes matriculados reprueba al menos una materia entre todas las que incluye el programa académico.

Las materias que los estudiantes tienen más probabilidad de reprobación y que por tal motivo deben ser consideradas críticas en la gestión de seguimiento académico son en este orden: Química

General, Álgebra Lineal, Cálculo Integral, Cálculo Diferencial, Dibujo, Contabilidad, Técnicas de investigación, Dinámica, Programación y Estática, las cuales pertenecen a los primeros tres ciclos de la carrera. Esto corrobora lo observado por Montenegro-López y Taco-Casamen (2012), al afirmar que la repitencia estudiantil se presenta con un alto porcentaje en los primeros años de estudios superiores.

Este análisis permitió a la dirección de carrera de Ingeniería Industrial concentrar y priorizar sus esfuerzos de gestión en el seguimiento de los estudiantes que cursaron estas materias durante el ciclo 2014-2015. La programación de un mayor número de horas de tutoría intra y extraclasses, la asignación de mayor número de actividades de trabajo autónomo y cooperativo en las materias críticas, así como el seguimiento personalizado, entre otras actividades, permitieron reducir visiblemente y de forma proactiva, la cantidad de estudiantes reprobados al término del semestre 2014-2015 tal como se muestra en la Tabla 3.

Lo anterior se contrapone al seguimiento reactivo que se hacía en períodos precedentes, razón por la cual constituye una buena práctica para las carreras y las IES ecuatorianas en la gestión de seguimiento académico de forma proactiva, a la vez que contribuye de forma objetiva a la mejora continua de los indicadores Tasa de retención y Eficiencia terminal, que tanta importancia revisten en futuros procesos de evaluación y acreditación.

CONCLUSIONES

Esta investigación demostró que no necesariamente todas las asignaturas de un programa universitario tienen la misma importancia ni inciden de la misma forma en el nivel de repitencia estudiantil. Además, es posible determinar a priori mediante el enfoque de la esperanza matemática, el número de estudiantes que reprobarán durante un ciclo lectivo específico partiendo del conocimiento previo de la probabilidad de repitencia histórica para cada asignatura y el número de estudiantes matriculados.

Los resultados de este análisis estadístico en la carrera de Ingeniería Industrial de la UPS facilitaron el desarrollo de una estrategia de seguimiento proactiva que permitió durante el período académico 2014-2015, priorizar los esfuerzos de gestión de seguimiento académico en aquellas materias que más lo necesitaban, basado en información cuantitativa para la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior. (2013). Modelo para la evaluación de las carreras presenciales y semi-presenciales de las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador. Recuperado 1 de septiembre de 2015, a partir de http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2013/10/3-Modelo_generico_carreras_Esquema-Matricular.pdf

González-Fiegehen, L. E. (2006). Repitencia y deserción universitaria en América Latina. En IESALC (Ed.), Informe sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe 2000-2005 (pp. 156-168). Caracas: Metrópolis. Recuperado a partir de http://www.iesalc.unesco.org.ve/index.php?option=com_fabrikyview=detailsyformid=2yrowid=98ylang=es

Martínez-Bencardino, C. (2012). Estadística y muestreo. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Montenegro-López, C. M., y Taco-Casamen, M. B. (2012). Repitencia y deserción de los estudiantes de pregrado de las Facultades de Arquitectura y Administración: carrera de Administración Pública presencial y semi-presencial de la Universidad Central del Ecuador, causas, consecuencias y costos económico financieros. Universidad Central del Ecuador, Quito.

Passailaigue-Baquerizo, R., Amechazurra-Tam, O., y Galarza-López, J. (2014). La deserción y la repitencia en las instituciones de Educación Superior: algunas experiencias investigativas en el Ecuador. Universidad y Sociedad, 6(1), 102-107.

Pérez, S. N., Giuliano, M., Sacerdoti, A., Sposito, O., y Gargano, C. (2013). Abandono y egresos en las carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de la Matanza. En Tercera Conferencia Latinoamericana sobre el abandono en la Educación Superior (pp. 1-11). México.

Romero, B., Gómez, S., Vargas, A., Fundora, G., González, V., Hernández, D., y Corona, M. (2009). Estudio sobre las bajas y la repitencia en carreras e Instituciones de Educación Superior seleccionadas del MES. La Habana, Cuba.

Universidad Politécnica Salesiana. (2014). Carta de navegación 2014-2018. Recuperado 5 de septiembre de 2015, a partir de <http://www.ups.edu.ec/documents/10184/20982/Carta+de+navegación+2014-2018/d31d2ceb-d6f4-494f-86f8-0456e084a1f0?version=1.4>

Walpole, R., Myers, R., y Myers, S. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México D. F.: Pearson Educación.