

LA EVALUACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE TEORÍA DE PROBABILIDAD, REPROBACIÓN Y CONDICIONAMIENTO



Juan Martín Casillas González
martin.casillas70@gmail.com
Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías
Experiencia Didáctica
Superior

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo compartir con la comunidad docente, la experiencia en la enseñanza y evaluación del curso de Teoría de Probabilidad, mostrando de manera cualitativa la forma en que ha evolucionado el desempeño de los estudiantes de las Licenciaturas en Física y Matemáticas en los periodos de 2001A hasta 2005B por medio de un análisis de los reactivos empleados y de manera cuantitativa. Este tipo de comportamiento visto con los ojos de la psicología educativa se reconoce como Condicionamiento Operante. En este trabajo se señalan las condiciones bajo las cuales es posible impartir cursos y realizar evaluaciones de muy alto nivel a estudiantes universitarios sin aumentar de manera considerable los índices de reprobación.

Palabras clave: *Probabilidad, reprobación, condicionamiento, taxonomía, Bloom*

1. Introducción

En el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara las asignaturas de matemáticas son las que, históricamente, tienen los índices de reprobación más altos. En este Centro Universitario se aplican exámenes departamentales en por lo menos 10 asignaturas que se imparten a 12 carreras diferentes. Bajo este esquema de trabajo, las academias deben resolver la profundidad en que se deben tratar los contenidos temáticos y la forma de evaluarlos. Tratando de reducir los índices de reprobación se han empleado estrategias que en muchos casos coinciden en la forma de evaluar, particularmente en el examen departamental sin tener mucho éxito. Y aunque la reprobación es un problema común en muchas Instituciones Educativas, no se le reconoce como un fenómeno normal. Sin embargo y a pesar de estos altibajos en el rendimiento de los estudiantes el docente puede contribuir a mejorar la calidad y el desempeño de los profesionistas en formación.

2. Reprobación

Los resultados de las evaluaciones internacionales señalan que los niveles de desempeño de nuestros estudiantes son “malos” (Ornelas, 2003) y hasta inferiores a los resultados de otros países con un PIB menor o con niveles de desarrollo similar. Evidencian de esto son los resultados de la prueba PISA que aplica la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) donde México ocupa los últimos lugares (INEE; Martínez, 2006) y la prueba ENLACE que aplica la Secretaría de Educación Pública (SEP) en donde se muestra que en promedio 80% de los estudiantes están en nivel apenas elemental.

El tema de reprobación escolar, desde el nivel básico al avanzado, es un tópico complejo y muchas veces incómodo. No son muchos los artículos de matemática educativa que tratan de abordar este tipo de temas y en la mayoría de los casos se buscan soluciones a un fenómeno que, más que un problema, debe ser tratado como una pieza más del rompecabezas que conforman los

procesos académicos y administrativos en las instituciones educativas, en otras palabras, tal parece que es normal que exista este incómodo índice de reprobación.

Con el fin de abatir los índices de reprobación se han intentado múltiples estrategias que van desde evaluar con curvas de rendimiento hasta decretar políticas educativas que someten a los profesores limitar la cantidad de reprobados en cada curso. Por otra parte, los programas de formación docente se han desarrollado principalmente en el ámbito del discurso, y no en la aplicación y seguimiento a las prácticas docentes (Ponce, 2004). Y si con estas medidas los profesores y las instituciones han logrado limitar el índice de reprobación, hasta hoy no se ha evaluado con ningún medio las consecuencias que conlleva tomar esta clase de medidas.

Sin embargo, el lugar donde concurren las ideas y se discuten las estrategias para desarrollar el trabajo con los estudiantes son las academias y es aquí donde se pueden llegar a acuerdos que permitan por un lado, disminuir los índices de reprobación y deserción, y por otro mejorar el rendimiento de los estudiantes.

3. Evaluación. Teoría de probabilidad

Desde una perspectiva didáctica, el concepto de *evaluar* implica juzgar la enseñanza y juzgar el aprendizaje; atribuirles un valor a los actos y las prácticas de los docentes y atribuirles un valor a los actos que dan cuenta de los procesos de aprendizaje de los estudiantes. La evaluación de las prácticas fue planteada como un tema de supervisión docente y tuvo la característica del control de la actividad (Tejedor y Rodríguez 1996).

No existen formas de evaluación que sean absolutamente mejores que otras. Su calidad depende del grado de pertinencia al objeto evaluado, a los objetos involucrados y a la situación en la que se ubiquen. La evaluación se constituye en fuente de conocimiento y lugar de gestación de mejoras educativas si se la organiza en una perspectiva de continuidad (Castillo y Bolívar, 2003).

La asignatura de Teoría de Probabilidad se imparte a estudiantes de las licenciaturas en Física y Matemáticas en la Universidad de Guadalajara y forma parte del área de formación básica particular obligatoria. Cuenta con una carga horaria de 3hrs por semana con un total de 60hrs por semestre y a quien lo aprueba adquiere una cantidad de 8 créditos. Tiene como prerrequisito el curso de Cálculo Diferencial e Integral. El modelo departamental con el que trabaja la Universidad de Guadalajara desde 1998 permite que los estudiantes se inscriban a esta asignatura a partir del tercer semestre pero regularmente se cursa en el cuarto o quinto periodo.

El curso se puede dividir en tres partes principales.

- La primera contempla algunos conceptos de teoría de la medida y el análisis de diversos métodos de conteo.
- La segunda es la parte medular del curso, pues se trabaja exhaustivamente en los conceptos de probabilidades de eventos y algunas leyes de probabilidad. Posteriormente se trabaja con una y varias variables aleatorias describiendo las características de éstas como funciones de distribución, valor esperado, varianza, covarianza, momentos y la función generadora de momentos.
- La última parte consiste en describir las características de funciones de probabilidad especiales, como la binomial, binomial negativa, geométrica, hipergeométrica, etc.

La forma de evaluar el curso de teoría de probabilidades a lo largo de los cinco años analizados se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Evaluación del Curso de Teoría de Probabilidad

Rubro	% de la calificación ordinaria
Exámenes	70
Tareas	20
Proyectos	10

A esto se añade la condición de que el *promedio de los exámenes parciales debe ser aprobatorio*. Este último señalamiento es el que provoca mayor discusión en el grupo a la hora de mostrar la forma en que se va a realizar la evaluación.

Parte de los análisis de los reactivos utilizados en los exámenes parciales, puede observarse en el anexo que se encuentra al final de este trabajo. Aquí se muestra según la taxonomía de Bloom las características de cada reactivo y los requerimientos que se exigen a cada estudiante, que en otros términos, describe la competencia que se evalúa a cada individuo. Según lo observado en dicho anexo con el paso del tiempo ha aumentado el nivel de complejidad de los problemas a resolver.

Aunque es un punto de vista, absolutamente conductista, dentro del aula de clases la resolución de problemas y las tareas tiene que ver con las relaciones que prevalecen entre tres elementos: un estímulo, una respuesta y una consecuencia reforzante. El condicionamiento es un procedimiento que consiste en establecer ciertas condiciones de control de estímulos. En sentido amplio significa la asociación de patrones bastante específicos de comportamiento en presencia de estímulos bien definidos. La literatura distingue dos tipos básicos de condicionamiento: clásico y operante. (Ardila, 2001).

Manipulando las formas en que las consecuencias reforzantes son contingentes a la conducta generamos, formas de respuestas más complejas y las sometemos al control de rasgos sutiles del ambiente. La psicología, define a esto como una forma de aprendizaje donde la consecuencia (el estímulo reforzador) es contingente a la respuesta que previamente ha emitido el sujeto. Se le llamó en principio "operante" porque el organismo opera sobre el medio para recibir una consecuencia (Gutiérrez y Pérez, 2005).

Una diferencia altamente relevante es el tipo de respuesta. En el condicionamiento clásico la respuesta incondicionada o condicionada es siempre la misma, mientras que en el condicionamiento operante, aunque existe un cierto margen de predictibilidad, las repuestas suelen ser distintas.

Con el objetivo de observar si el fenómeno del *condicionamiento* se estaba llevando a cabo, se realizó un análisis de varianza para tratar de encontrar evidencia estadística que muestre que existe diferencia significativa entre las medias de las calificaciones de cada semestre, por lo que se realizaron algunas pruebas para comparar medias por semestre a lo largo de los cinco años. Los resultados mostraron que a un nivel de significancia de 0.05, no hay evidencia estadística que señale que estas diferencias existen.

Para analizar el comportamiento por semestre, se muestra un diagrama de caja y bigote.

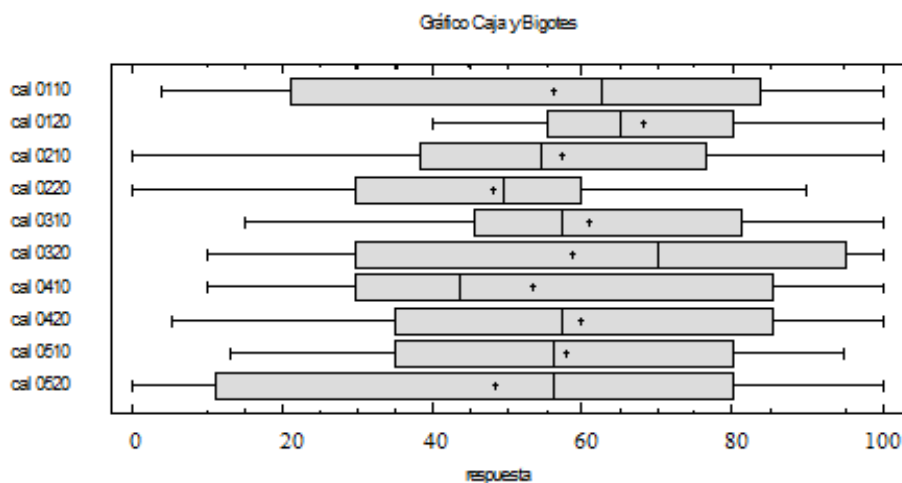


Figura 1. Diagrama de caja para la comparación de medias

Este diagrama muestra la dispersión de los datos a través del rango y el lugar en donde se sitúan los promedios. En la muestra se incluyen a aquellos estudiantes que nunca presentaron exámenes y que tuvieron calificación cero, lo cual influye en el resultado final. Más sin embargo, no se excluyeron valores para proporcionar más variabilidad y veracidad en los resultados.

Cabe notar que en casi todos los semestres hubo estudiantes con calificación de 100. Para este análisis se añadieron etiquetas a los calendarios de manera que los semestres A se señalan con 10 y los semestres B con 20 (es decir el ciclo 2001-A se señala con cal 0110).

Para determinar si existían diferencias entre pares de medias se utilizó el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo de 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. Al contrastar cada par de medias este procedimiento encontró tres pares de medias diferentes que fueron cal 0120 - cal 0220, cal 0120 - cal 0410 y cal 0120 - cal 0520.

Pese a que estos resultados indican que los resultados no son iguales en todos los semestres, el único grupo que hace la diferencia es el calendario 2001-B. Por lo que puede considerarse que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones de cada semestre (excepto 2001-B naturalmente). Después de analizar los exámenes del ciclo 2001B se encontró que el primer parcial ofrecía una mayor cantidad de reactivos con diferentes niveles de complejidad lo que le permitió al estudiante seleccionar aquella categoría en la que pudiera trabajar de manera más cómoda y dado el número y la variedad de reactivos pudo acceder a una mejor calificación. Aunque esta forma de evaluar (2001-B) permitió identificar al nivel de aprovechamiento de cada estudiante y obtener una buena calificación, no representa un reto y como consecuencia no aspira a contestar reactivos que exigen un mayor grado de habilidad, por lo cual se descartó en las próximas evaluaciones.

4. Conclusiones

Un acuerdo importante que tiene que resolverse, al interior de las academias, es el nivel académico que se busca en los estudiantes, esto traducido en conocimientos, en habilidades, o de manera más amplia en competencias, y naturalmente la forma de evaluarlas. Los cursos de

capacitación y actualización docente necesitan el apoyo de las academias para dar seguimiento a la práctica docente, respaldando sobre todo a profesores que no tienen un perfil adecuado.

Los cambios bruscos en la práctica docente traen consigo resultados altamente peligrosos (en términos del índice de reprobación) si se realizan modificaciones es prudente hacerlas en el mediano plazo. Esto permite a las próximas generaciones de estudiantes acoplarse (adquirir condicionamiento) a las nuevas exigencias de manera que es posible impartir cursos y realizar evaluaciones de muy alto nivel a estudiantes universitarios sin aumentar de manera considerable el número de reprobados.

Históricamente el fenómeno de reprobación siempre ha estado presente en los diferentes niveles y en grados diferentes. Los casos peculiares ocurren en grupos numerosos, cuando aprueban todos o reprueba todos los estudiantes. Recursar una asignatura permite a los estudiantes reforzar su conocimiento. Hay estudiantes que necesitan este tipo de medidas para aprender, como docentes debemos identificar esta petición y respetarla.

5. Referencias

- Álvarez Méndez, Juan Manuel. (2001). *Evaluar Para Conocer, Examinar Para Excluir*. Madrid: Editorial Morata.
- Ardila, Rubén. (2001). *Psicología del aprendizaje* (25ª Edición). México: Editorial Siglo XXI.
- Base de Datos SERCE. *Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación* (INEE). Página electrónica: <http://www.inee.edu.mx/index.php/bases-de-datos/bases-de-datos-pisa/bases-de-datos-pisa-2003>.
- Castillo Arredondo, Santiago & Bolívar Botía, Antonio. (2003). *Compromisos de la Evaluación Educativa*. España: Prentice Hall.
- Guevara Niebla, G. (1991, Junio 1). México: ¿Un país de reprobados? *Nexos*, p. 162.
- Gutiérrez Domínguez María Teresa & Pérez Fernández, Vicente. (2005). *Procesos Psicológicos Básicos*. Madrid: Prentice Hall.
- Martínez, Nurit. (2008, Enero 18). Reprobación 'trueno' a sistema educativo. *El Universal*. P.8-A. México.
- Martínez Rizo, Felipe. (Septiembre-diciembre, 2002). Nueva visita al país de la desigualdad. La distribución de la escolaridad en México, 1970-2000. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7(16).
- Martínez Rizo, Felipe. (2005) Evitemos Lecturas Sensacionalistas Sin Cerrar Los Ojos. Resultados de México en las pruebas PISA 2003. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*.
- Martínez Rizo, Felipe. (2006). PISA en América Latina: lecciones a partir de la experiencia de México de 2000 a 2006. *Revista de Educación*.
- Morris, Charles & Maisto, Albert. (2004). *Introducción a la Psicología* (10ª Edición). México: Prentice Hall.
- Ornelas C. (2003). Evaluación Educativa: hacia la rendición de cuentas. *Memoria del Segundo Encuentro Internacional de Educación*. México: Santillana.
- Palacios Delgado Jorge Raúl & Andrade Palos, Patricia. (Octubre-diciembre de.2007). Desempeño académico y conductas de riesgo en adolescentes. *Revista de Educación y Desarrollo*, 7.
- Ponce G, Víctor. (2004). Reprobación y fracaso en secundaria. Hacia una reforma integral. *Revista de Educación y Desarrollo*, 2, 59-70.

- Segura Bazán, Maritza. (2005). Competencias Personales del Docente. *Revista Ciencias de la Educación*. Año 5, 2(26). España.
- Rivera Heredia, María Elena & Rego, Arménio. Pereira, Hernân. Fernandes Claudia. (2007). Comportamientos de Ciudadanía Docente, Motivación y Desempeño Académico. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 39(2), 253-268.
- Rodríguez G. (2002). Estudio documental sobre las variables que intervienen en el nivel educativo básico en México. Tesis de la Maestría en Ciencias de la Educación, del Instituto Superior de Investigación y Docencia para el Magisterio. En *Compilación de resúmenes analíticos en educación*. Dirección General de Posgrado e Investigación Educativa. Secretaría de Educación Jalisco.
- Rodríguez, R. (2002). Rendimiento escolar y ausentismo del docente: un análisis institucional. Tesis de la Maestría en Ciencias de la Educación, del Instituto Superior de Investigación y Docencia para el Magisterio. En *Compilación de resúmenes analíticos en educación*. Dirección General de Posgrado e Investigación Educativa. Secretaría de Educación Jalisco.
- Tejedor Tejedor, Francisco Javier. Rodríguez Diéguez, José Luis. (1996). *Evaluación Educativa: I. Evaluación de los Aprendizajes de los Alumnos*. Instituto Universitario de Ciencias de la Educación. Madrid, España.

ANEXO 1. ANÁLISIS DE REACTIVOS

Con la finalidad de buscar evidencia que muestre la forma en que ha evolucionado la preparación y evaluación del curso de Teoría de probabilidades se realizó un análisis de los reactivos que se aplicaron en los exámenes parciales a lo largo de 10 semestres (2001-A al 2005-B), de acuerdo a la taxonomía de Bloom. Con la finalidad de presentar una muestra del trabajo realizado, se tomó la pregunta 2 referente a problemas en donde están involucradas funciones de probabilidad bivariadas en el segundo examen parcial del ciclo 2005-A.

Ciclo 2005-A. Segundo Examen Parcial. Pregunta 2

Si X es la cantidad (en dólares) que gasta un vendedor en gasolina en un día y Y es la cantidad (en dólares) que se reembolsa al vendedor, y la densidad conjunta de estas variables está dada por:

$$f(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{25} \left(\frac{20-x}{x} \right) & 10 < x < 20, \frac{x}{2} < y < x \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases}$$

Determina:

- Las densidades marginales de X y Y .
- La densidad condicional de Y dado $X=12$.
- La probabilidad de que al vendedor se le reembolsarán cuando menos \$8 cuando gaste \$12.
- La cantidad de dinero más probable de gastar.

Tabla 2. Análisis de las Dimensiones Cognoscitivas. Ciclo 2005-A. Parcial 2. Pregunta 2

PARCIAL2	N1 CONOCIMIENTO	N2 COMPRENSIÓN	N3 APLICACIÓN	N4 ANÁLISIS	N5 SÍNTESIS	N6 EVALUACIÓN
2005-A (a)	Identifica los diferentes tipos de variables aleatorias. Conoce la definición de función de densidad conjunta. Define las características de una función de probabilidad marginal. Identifica funciones de probabilidad continuas por partes.	Entiende el dominio de una función de probabilidad conjunta.	Calcula la densidad marginal de una variable aleatoria a partir de una densidad multivariada	Clasifica y analiza regiones de integración no rectangulares. Traduce un problema contextual a un lenguaje matemático. Interpreta resultados numéricos.	Establece estrategias para delimitar áreas de integración más complejas. Prueba sus resultados.	
2005-A (b)	Define funciones de probabilidad condicionales.	Entiende el dominio de una función de probabilidad conjunta.	Aplica conocimientos previos para identificar dominios de funciones de probabilidad condicionales.	Clasifica y analiza regiones de integración no rectangulares. Traduce un problema contextual a un lenguaje matemático. Interpreta resultados numéricos.	Prueba sus resultados.	
2005-A (c)	Define funciones de probabilidad condicionales.	Entiende el dominio de una función de probabilidad conjunta.	Aplica conocimientos previos para identificar dominios de funciones de probabilidad condicionales.	Clasifica y analiza regiones de integración no rectangulares. Traduce un problema contextual a un lenguaje matemático. Interpreta resultados numéricos.	Prueba sus resultados.	Integra los resultados previos para calcular probabilidades condicionales.
2005-B (c)	Define la esperanza matemática de una variable aleatoria.	Entiende el dominio de una función de probabilidad conjunta.	Calcula la esperanza matemática de una variable aleatoria.	Traduce un problema contextual a un lenguaje matemático. Interpreta resultados numéricos.		Integra los resultados previos para calcular la esperanza matemática. Generaliza el concepto de esperanza matemática

Observaciones:

I. El estudiante construye y resuelve las integrales

$$g(x) = \int_{\frac{x}{2}}^x f(x, y) dy,$$

$$h(y) = \begin{cases} \int_{10}^{2y} f(x, y) dx, & 5 < y < 10 \\ \int_y^{20} f(x, y) dx, & 10 < y < 20 \end{cases}$$

II. El dominio para la función de probabilidad $f(x, y)$ en el inciso a. está dado por

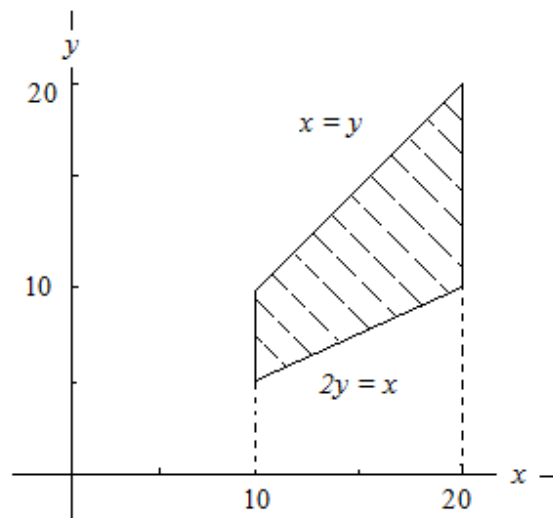


Figura 2. Dominio de la función $f(x, y)$ en el ciclo 2005-A