

## **AUNQUE SOY INGENIERO, Y NO FÍSICO... ¡NO TE EQUIVOQUES!**

### EXIGENCIA EN LAS EVALUACIONES DOCENTES

AUTORES: Maikel Fernández Dieguez<sup>1</sup>

Faustino Leonel Repilado Ramírez<sup>2</sup>

Yolanda Andrial Mora<sup>3</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [maikelfdy@uo.edu.cu](mailto:maikelfdy@uo.edu.cu)

Fecha de recepción: 29 - 09 - 2017

Fecha de aceptación: 13 - 11 - 2017

#### RESUMEN

Se muestra que, elevando la exigencia en el proceso de formación del profesional, particularmente en el sistema de evaluación, los resultados positivos, lejos de disminuir, aumentan. Se han considerado los resultados de los últimos cuatro años consecutivos (2011-2015) del primer año de la carrera de ingeniería eléctrica. Se comparan los resultados obtenidos en evaluaciones consideradas con niveles de complejidad medios con otras de niveles de complejidad altos los que avalan la afirmación inicial. Para interpretar el procesamiento estadístico de estos resultados se hizo uso del índice de dificultad definido por Doran. Se discuten criterios para paulatinamente ir aumentando el nivel de exigencia en las evaluaciones. El trabajo está dirigido a docentes que imparten la física general en las carreras de ingeniería.

PALABRAS CLAVE: Evaluación; bajo índice de dificultad; resultados.

#### **EVEN THOUGH I AM AN ENGINEER, AND NOT PHYSICIST... DON'T MAKE A MISTAKE!**

#### ABSTRACT

It is shown that, elevating the demand in the process of the professional's formation, particularly in the evaluation system, the positive results far from diminishing, increase. They have been considered the results of the last four years (2011-2015) of the first year of engineering electric career. The results, obtained in evaluations considered with middle levels of complexity, compared with others of high levels of complexity, endorse the initial statement. To interpret the statistical of these results was used the index of difficulty defined by Doran. Approaches are discussed to increase gradually the level demand in

<sup>1</sup> Profesor de la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba.

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias, Profesor Titular y Profesor Consultante de la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba E-mail: [frepila@uo.edu.cu](mailto:frepila@uo.edu.cu)

<sup>3</sup> Profesora de la Universidad de Oriente, en Santiago de Cuba E-mail: [yolandaandrial@uo.edu.cu](mailto:yolandaandrial@uo.edu.cu)

the evaluations. This work is done for professors that teach general physics in the engineering careers.

KEYWORDS: Evaluation; under index of difficulty; result.

Evaluation, index first floor of difficulty, results.

## INTRODUCCIÓN

Un negociante bueno y justo, no debería vender por debajo del precio de costo, porque se estaría esforzando en vano y no obtendría ganancias. Con el profesor de Física, ocurre algo similar, pues, sin ser injusto, no debería examinar por debajo del “nivel” de sus clases, ya que no esforzaría a sus estudiantes y no obtendría “resultados positivos”. La mayoría de los estudiantes y muchos docentes tiene un criterio contrario al apuntado, referido al nivel con que se debería impartir la física para las carreras de ingeniería, negando con ello el espíritu y la transcendencia de lo expresado en el título que preside este trabajo. Lo cierto es *que las cosas que no requieren mucho esfuerzo, al final no serán bendecidas*, como lo sugiere un proverbio bíblico de la Santa Biblia, R.-V. (2000).

No se trata de centrar el proceso de enseñanza aprendizaje apenas en las evaluaciones, sino que vayan de la mano la buena docencia y la buena evaluación, o sea, es necesario hacer lo segundo sin dejar de hacer lo primero, pues ambas aristas forman parte indisoluble de dicho proceso, tal y como lo reconoce la comunidad científica. Entonces, se impone que los docentes se esfuercen por mejorar la calidad de sus clases y, en correspondencia, confeccionen evaluaciones más sustanciales y que se ajusten a ese nivel, donde el estudiante tenga que aplicar creativamente los conocimientos adquiridos y, eventualmente sistematizados en clases de forma parcial. ¡Basta de sólo reproducciones! o sea, no es que se resuelva un ejercicio tipo del examen, sino que en cada clase se vayan incorporando los elementos necesarios, aunque proceso de integración pudiera ser todavía algo pálido. Se aspira a que el estudiante enfrente progresivamente nuevos aspectos físicos con los cuales se haga un buen diseño de examen para dar lugar a la innovación propia del actuar de un ingeniero, es decir, ser *creativo*.

Eso correspondería a índices de complejidad bajos (alto nivel de complejidad del examen), de ahí se defiende la idea que si se realiza un trabajo sistemático para elevar el nivel de las evaluaciones entonces los índices de complejidad deben ir en aumento (bajando el nivel de complejidad de los exámenes). Lo que se traduce en la práctica que para que las evaluaciones sean eficientes deben ser, moderadamente difíciles o muy difíciles conforme al criterio de Garduño Calderón, L., A. López Ortega et al. (2013) emitido para los ítems y extrapolado para las evaluaciones de forma general, en este trabajo.

*Pero... ¿qué se entiende por ganancias o buenos resultados docentes? ¿Será acaso obtener un gran número de estudiantes aprobados en la asignatura? Si*

esto fuera así, entonces, dónde quedarían los profesores en cuyas asignaturas el número de estudiantes aprobados es pequeño ¿Será acaso porque sus asignaturas son más difíciles o porque ellos son más exigentes que el resto de sus compañeros? ¿Para ellos, no existen buenos resultados?

¿Qué entendemos, por buenos resultados docentes? Si en el curso se realizan varios exámenes, la referencia, se considera, no debe ser el número de aprobados, sino, cómo este número pueda incrementar en cada examen, en comparación con el examen anterior, y que este incremento apunte a una buena correlación. ¿Y cómo comparar entonces dos cursos distintos, con ópticas evaluativas diferentes? Para eso, es necesario una especie de normalización, por lo que se usó, el índice de dificultad definido por Doran, R. L. (1980), para interpretar los resultados:

$$P = \frac{N_1}{N}$$

Donde P representa el índice de dificultad,  $N_1$  en este caso, representa el número de estudiantes aprobados y N es el número total de estudiantes examinados. Al disminuir este índice va aumentando su nivel de complejidad según las categorías que propone Sandoval, M. y C. Mora (2009) en la tabla confeccionada al efecto:

Tabla 1 Clasificación del índice de dificultad.

Índice de dificultad	Evaluación
0,85 a 1,00	Muy fácil
0,60 a 0,85	Moderadamente fácil
0,35 a 0,60	Moderadamente difícil
0,00 a 0,35	Muy difícil

El propósito del presente trabajo se focaliza en la necesidad de elevar cada vez más el nivel de las evaluaciones tanto parciales como finales, no sólo para comprobar la cantidad de conocimientos asimilados, sino su calidad en cada una de ellas, con ayuda de la herramienta que proporciona la determinación y valoración del índice de complejidad de Doran, R. L. (1980).

## DESARROLLO

Para intentar arrojar luz sobre este tema, se muestra un procesamiento estadístico de los resultados en cuatro cursos consecutivos en el periodo (2011-2015) en los cuales siempre el mismo profesor impartió la asignatura de Física I al primer año de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba. En este periodo – en el que se manifestó un avance en la docencia y se perfeccionó el diseño de los exámenes – se alcanzaron cambios significativos en las evaluaciones parciales, comenzando, primeramente, con evaluaciones consideradas con niveles de complejidad bajos (NCB) en dos cursos consecutivos (2011-2013) y pasando a otras con niveles de complejidad altos (NCA) en los últimos dos cursos restantes (2013-2015).

Los trabajos de control y sus respectivos análisis se muestran en el Anexo con una breve discusión en cuanto a temas evaluados, volumen de trabajo e integración del contenido, estos dos últimos, valorados con escalas cuantitativas de 1 a 5, donde el 1 es el nivel más bajo y 5 el más alto, según criterio de los autores del presente trabajo. Todo ello facilitó la comprensión de la contribución del entrenamiento realizado a los estudiantes para superar las posibles dificultades intrínsecas de las evaluaciones.

De acuerdo a la Tabla 1, se invirtió el orden de la escala de los gráficos y el signo de las pendientes para facilitar su interpretación desde las “dificultades intrínsecas” de los exámenes, correspondiéndose a la forma que normalmente acostumbra nuestra intuición. De modo que a la hora de interpretar los gráficos se asocian pendientes negativas y no pequeñas ( $m < -0,10$ ) con mayor número de aprobados y menor nivel de complejidad de los exámenes, mientras que pendientes pequeñas o positivas ( $m \geq 0,00$ ) se asocian con la misma cantidad de aprobados o menor número de aprobados y la complejidad de los exámenes se mantenía estable o aumentaba respectivamente.

Los profesores que se guían por la tradición de que a pruebas más difíciles, resultados peores, esperarían una debacle aplicando el método que se propone, sin embargo los autores, debido a la fe enorme que poseen de la validez de este método, comprobado por más de 4 años, no le sorprenden los resultados obtenidos – que se muestran en el Anexo – que se reflejan en que este índice de dificultad se ajuste por lo menos linealmente con cada trabajo de control (T) y que se comporte con pendientes negativas y no pequeñas.

Obsérvese en el ejemplo de la Fig.1 las indicaciones apuntadas.

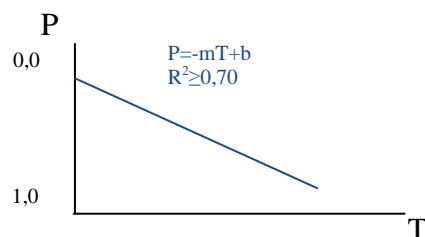


Figura. 1 Ejemplo de buenos resultados, en un Gráfico de P vs T.

En la figura, se muestra un gráfico de un resultado ideal entre P y T, con pendiente que cumple con la condición ( $m < -0,10$ ) y para sugerir tendencias significativas, en los ajustes, se hace referencia a coeficiente de correlación  $R^2 \geq 0,70$  según Coletta, V. P. y J. A. Phillips (2005) y Lasry, N., S. Rosenfield et al. (2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se trata de grupos donde, de los estudiantes que matriculan el primer año sólo el 76 % llega al segundo semestre. Esto puede dar una idea general de que grado de motivación pueden tener estos estudiantes.

Uno de los autores, quien llevó a cabo la aplicación de la propuesta en el periodo entre el 2011-2013 trabajó con (NCB) en sus exámenes, tal vez

buscando que el número de aprobados estuviera sobre la media del departamento. Se aplicaron los trabajos de control dentro de los temas que más fueron sistematizados en clases prácticas, realizando “ejercicios típicos” del examen, sistematizando con más énfasis aquellos temas potenciales o susceptibles para pruebas parciales, quedando para examen final otros temas de relativa importancia con menor grado de sistematización.

Los autores, como norma, son del criterio que no se deben repetir los exámenes para aumentar el número de aprobados, sino limitarse a las evaluaciones que corresponden, estrategia seguida en este trabajo, sino que se limitó sólo a los T, según correspondía en el calendario docente. Después de tres trabajos de controles, se realizan los exámenes finales donde el criterio del profesor no es prevaleciente, sino que es debidamente consensuado por un tribunal, de dos profesores, como mínimo.

### *Cursos con niveles de complejidad bajos (NCB)*

En los cursos (2011-2012) y (2012-2013), se trabajó con un total de tres grupos, a continuación, se muestran los resultados de los índices de dificultad (P) en cada trabajo de control (T), así como el número de estudiantes (No) por grupos (G), las pendientes de la linealización (m) y el coeficiente de correlación ( $R^2$ ) de la misma en la Tabla 1

Tabla 2 Índice de dificultad en los controles por grupos.

Curso (2011-2012)					Curso (2012-2013)				
G	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	No	G	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	No
P <sub>1</sub>	0,727	0,808	0,556	27	P <sub>1</sub>	0,840	0,708	0,174	25
P <sub>2</sub>	0,667	0,759	0,643	29	P <sub>2</sub>	0,773	0,545	0,476	22
P <sub>3</sub>	0,480	0,808	0,957	26	P <sub>3</sub>	0,955	0,800	0,273	22
m	0,09	0,01	-0,24		m	0,33	0,15	0,34	
R <sup>2</sup>	0,44	0,04	0,96		R <sup>2</sup>	0,89	0,91	0,91	

Para un mejor análisis mostramos los gráficos del índice de dificultad vs trabajos de control.

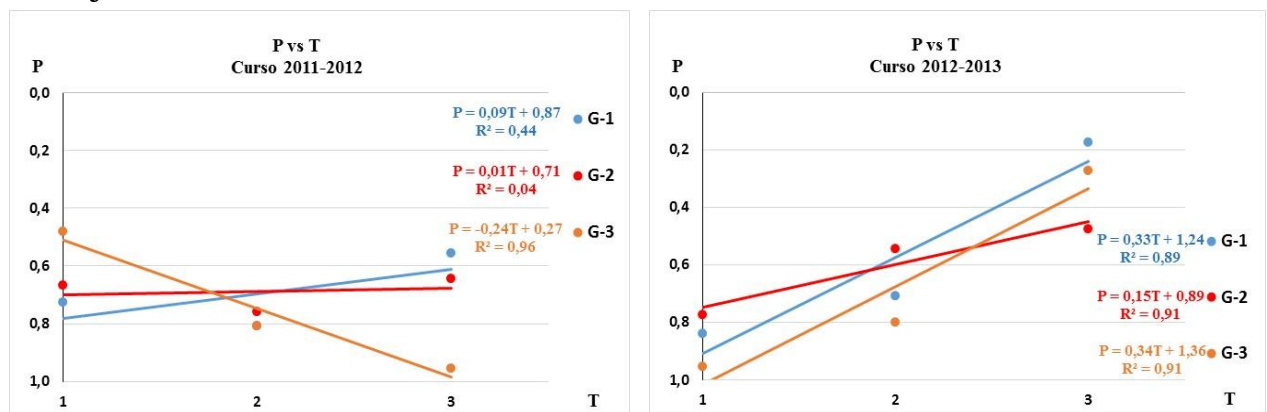


Figura 2. Gráficos de P vs T para los tres grupos de los cursos (2011-2012) y (2012-2013).

En el curso (2011-2012) podemos observar, que los grupos G-1 y G-2 tienen pendientes positivas y muy pequeñas, esto figura que el número de aprobados se mantuvo prácticamente constante y la complejidad de los exámenes se mantuvo constante para los estudiantes cuando lo que se espera es que disminuya el nivel de complejidad de los exámenes. El coeficiente de correlación ni siquiera permite hablar de tendencias en estos casos. Sin embargo, en el grupo G-3 el coeficiente de correlación es significativo y la tendencia es a aumentar el número de estudiantes aprobados y por ende a disminuir el nivel de complejidad de los exámenes, en contra posición con los otros dos grupos.

En el curso (2012-2013) podemos observar, como después de haber tomado todas las medidas necesarias, en el horario docente, para no perder el factor sorpresa al menos una vez por grupos, los coeficientes de correlación si permiten hablar de una tendencia significativa en cuanto a una disminución del número de aprobados y a un aumento de la complejidad de los exámenes a pesar de todo el esfuerzo y sistematización de los temas evaluados. Esto se traduce en una pérdida de interés por parte de los estudiantes, prevaleciendo, como opinión general del colectivo de estudiantes, el criterio de que la asignatura le es prácticamente innecesaria, como se pudo constatar por este colectivo de autores.

Esto se justifica, en primera instancia y bajo un criterio conservador, si observamos los turnos de clases donde se aplicaron los trabajos de controles según el calendario docente, en el curso (2011-2012) y las medidas tomadas posteriormente en el curso (2012-2013), mostrado a continuación con código de colores en la Fig. 3

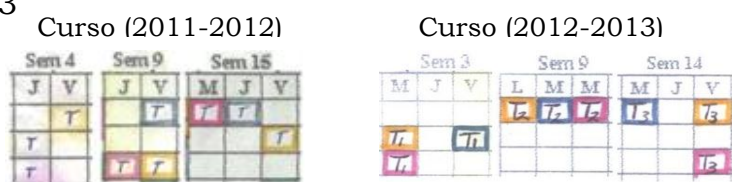


Figura 3. Calendarios docentes de los cursos (2011-2012) y (2012-2013).

Como puede observarse, en el curso (2011-2012) mientras los dos primeros grupos le correspondía el mismo día o en días alternos, el grupo G-3 siempre era el último en examinar, teniendo siempre más tiempo para prepararse y en ocasiones, hasta tres días. Estos inconvenientes se corrigieron en el curso (2012-2013), alternando las fechas de los exámenes entre los grupos.

En este último curso si podemos apreciar como los días de examen fueron alternados, de modo que todos tuvieron como promedio general en el curso prácticamente el mismo tiempo y condiciones para estudiar. Los exámenes se realizaron des pues de una mayor sistematización con respecto al curso anterior intentando obtener mejores resultados, sin embargo, no se obtuvo lo que se esperaba como se mostró en la Tabla 1.

#### *Cursos con niveles de complejidad Altos (NCA)*

A continuación, mostramos los resultados de los cursos NCA, en los cuales se sistematizaron los temas a evaluar, pero no en demasía, sino, en una



dosificación adecuada para poder sistematizar adecuadamente todos los temas que el programa analítico sugiere.

Veamos los resultados del curso (2013-2014) y para no parecer un poco apresurados, también analizaremos los resultados del curso (2014-2015), y poder hablar de éste tema como tendencia general, en el cual se repitió un procedimiento similar, al del curso anterior, en el sentido de que se extremaron un poco más las características de los exámenes, aunque sin cambios muy significativos, obteniéndose los resultados que posteriormente mostraremos en la Tabla 2

Tabla 3 Índice de dificultad en los controles por grupos.

Curso (2012-2013)					Curso (2013-2014)				
G	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	No	G	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	No
P <sub>1</sub>	0,095	0,238	0,400	21	P <sub>1</sub>	0,150	0,150	0,500	22
P <sub>2</sub>	0,042	0,174	0,500	24	P <sub>2</sub>	0,167	0,158	0,350	21
P <sub>3</sub>	0,000	0,286	0,591	22	P <sub>3</sub>	0,000	0,000	0,333	22
m	-0,15	-0,23	-0,30		m	-0,18	-0,09	-0,17	
R <sup>2</sup>	1,00	0,94	1,00		R <sup>2</sup>	0,75	0,71	0,75	

En el curso (2013-2014), se acumulan las experiencias de los cursos anteriores e cuanto a los calendarios docentes, tomando todas las medidas necesarias para no perder el factor sorpresa y se observa como todas las pendientes son significativamente negativas y los coeficientes de correlación si permiten hablar de una tendencia significativa (ver Fig.4), o sea tendencia a aumentar el número de aprobados y a disminuir la complejidad de los exámenes. Esto se traduce en un mayor esfuerzo, dedicación e interés por la asignatura por parte del colectivo de estudiantes que les permitió una mejor preparación para enfrentarse a exámenes cada vez más complejos, como también pudo constatar este colectivo de autores.

Veamos los gráficos correspondientes a estos cursos:

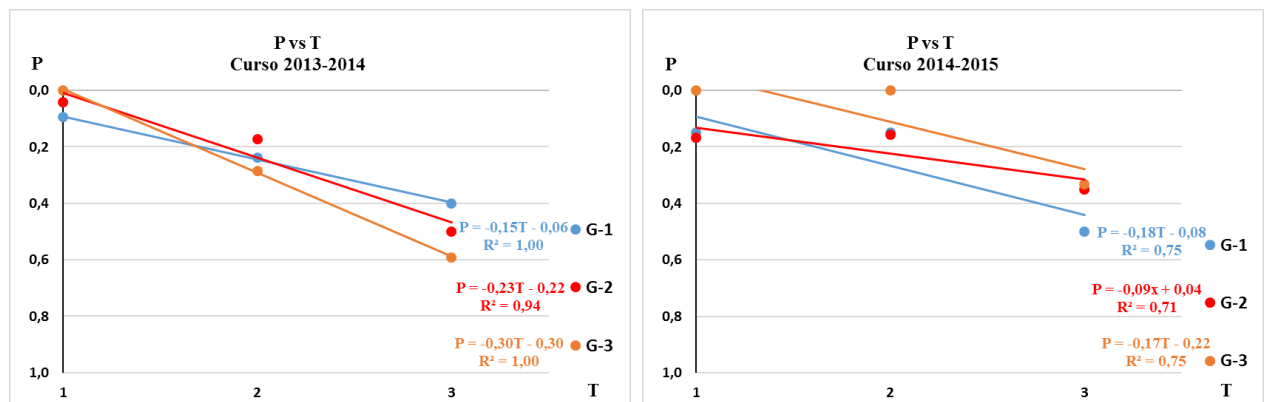


Figura 4. Gráficos de P vs T para los tres grupos de los cursos (2013-2014) y (2014-2015).

Analizando el gráfico del curso (2014-2015), podemos observar en los tres grupos, una irregularidad en el segundo examen, esto se debe a que, en el

momento del examen, los estudiantes se incorporaban de un largo periodo de receso docente y no se le planificó uno o dos turnos para aclimatarse al contesto docente. Pero podemos observar, que las pendientes, al menos de los grupos 1 y 3 según el criterio adoptado son significativas, esto implica un aumento del número de aprobados y a una disminución de la complejidad de los exámenes según avanzó el curso, con los coeficientes de correlación significativamente altos. Se considera que esto apoya el criterio anterior referente al nivel de complejidad de los exámenes.

Hasta aquí, quizás sólo se ha potenciado el criterio, de que, lo que se está realizando, es una especie de decantación y no que se ha contribuido a un proceso de formación. Por lo que invitamos al lector, a observar las diferencias entre los porcentos ( $\Delta$ ) de estudiantes que aprueban la asignatura de Física (AF), con los que promueven al próximo curso (PR), los índices de dificultad promedios (Pro) y el porciento de estudiantes con evaluaciones finales de muy bien (MB, más de tres puntos) en la asignatura por cursos, que se muestran a continuación:

Tabla 6 Los valores promedios de AF, PR,  $\Delta$ , P y MB, por grupos.

Cursos del periodo (2011-2015)				
	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
AF	86,3	90,1	81,7	78,8
PR	76,8	94,2	83,6	80,0
$\Delta$	9,5	4,1	1,8	1,2
P	0,711	0,616	0,258	0,201
MB	34,4	36,2	37,1	40,5

Veamos un gráfico de barras de los AF, PR, por cursos y cómo se comportan  $\Delta$  y los P a continuación:

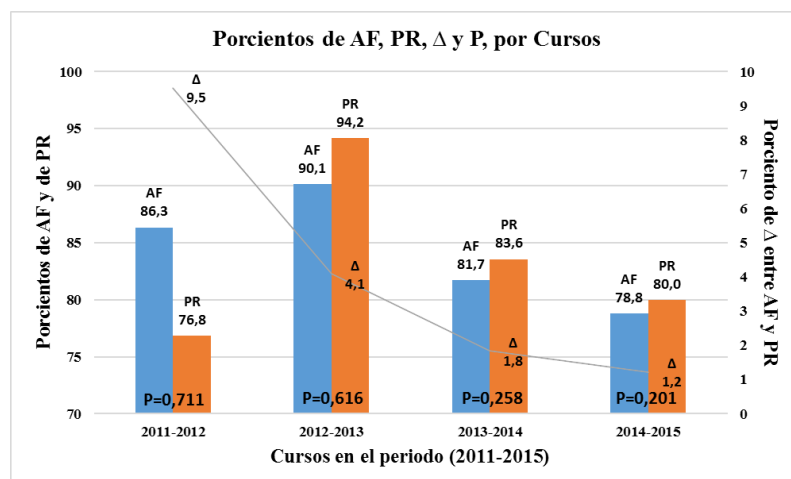


Figura 5. Gráfico de barras de AF, PR,  $\Delta$  y P, por grupos del (2011-2015).

Del gráfico se puede observar, cómo de los dos primeros cursos con índices de dificultad altos (un número de aprobados muy alto y niveles de complejidad muy bajo de los exámenes), en el curso 2011-2012, sólo un 86,3 % aprobaron



la asignatura de Física, sin embargo, sólo el 76,8 % promovió al próximo curso, un 9,5 % menos, pudo promover al segundo año, el hecho de ser menos los promovidos puede significar, que la asignatura de Física no está contribuyendo a desarrollar las habilidades básicas en la formación del ingeniero. En el curso (2012-2013), sin cambios drásticos, debía obtenerse, menos promovidos nuevamente, pero con una menor diferencia, sin embargo, contrario al curso anterior y a todo lo que se esperaba, fue un 4,1 % más los que promovieron al segundo año que los que aprobaron la asignatura, disminuyó la diferencia, pero en sentido contrario al curso anterior. En los dos cursos del (2013-2015), con índices de dificultad bajos (exámenes con niveles de complejidad altos), aunque siempre promueven más estudiantes, de los que aprueban la asignatura de Física, se ve una tendencia a una disminución de esta diferencia, diferencia que en comparación con los resultados de los dos cursos anteriores se puede considerar que no es significativa y que prácticamente los estudiantes que aprueban la asignatura de Física promueven al próximo curso.

*¿Pero, en qué estado estarán promoviendo? ¿Realmente la asignatura estará desarrollando las habilidades o competencias necesarias en la formación del ingeniero? Veamos otro gráfico de barras, del porcentaje de los estudiantes que aprobaron la asignatura con evaluaciones de MB y sus respectivos P por cursos.*

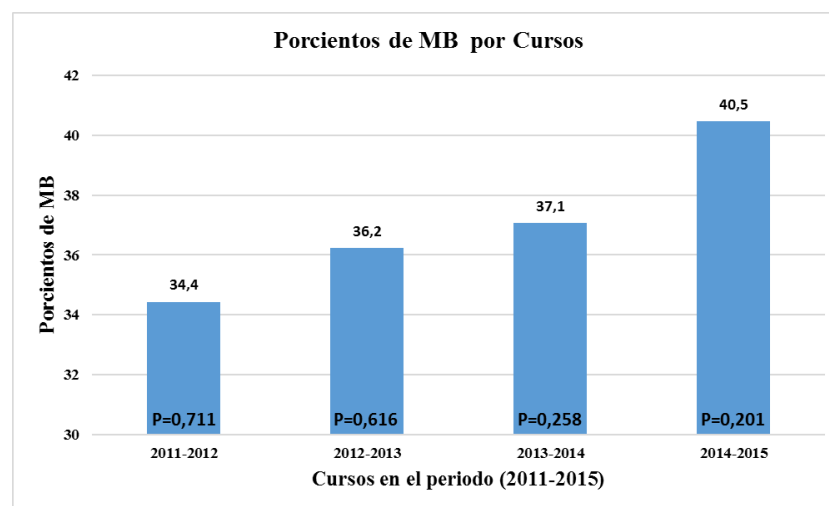


Figura 6. Gráfico de barras de los MB y sus P, por grupos del (2011-2015).

El gráfico muestra claramente, cómo conforme disminuye el índice de dificultad (exámenes con nivel de complejidad elevado) el porcentaje de estudiantes con evaluaciones finales de MB en la asignatura aumenta. Lo ideal o necesario, sería que, en cada curso la diferencia del porcentaje de los estudiantes que aprueban la asignatura con los que promueven al próximo curso ( $\Delta$ ) tendiera a cero, o sea, que casi todos promovieran al segundo año con muy buenas evaluaciones MB, pero ¿cómo pudiera ser esto posible? Veamos el gráfico, que muestra cómo se comportan estos parámetros descritos anteriormente, con el índice de dificultad (P) (ver Fig. 7):

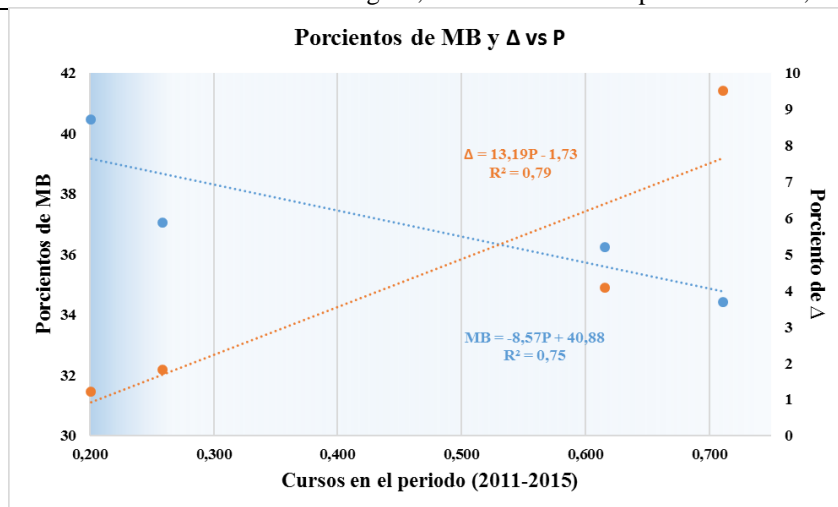


Figura 7. Gráfico tendencial de MB y  $\Delta$ , con respecto a P, por grupos.

La región sombreada del gráfico, responde a las necesidades anteriores, pero esto se corresponde sólo para índices de dificultad bajos (exámenes muy complejos). Se observan, además, pendientes significativamente altas y con coeficientes de correlación para los MB y los  $\Delta$  de 0,79 y 0,75 respectivamente, lo cual permite hablar de tendencias significativas. Y la tendencia es esta: Que las evaluaciones con índices de dificultad, muy bajos (exámenes muy difíciles), se revierten posteriormente en que prácticamente todos los estudiantes que aprueban la asignatura de Física promueven al próximo curso y con resultados meritorios que evidencian, que han podido desarrollar la mayoría de las habilidades y competencias necesarias para su formación como ingenieros.

## CONCLUSIONES

Del trabajo realizado emergen las siguientes conclusiones:

1. La evaluación, como componente del proceso de enseñanza aprendizaje, necesita ser diseñada con índices de dificultad bajos, o sea con un nivel de complejidad elevado, aunque en el marco de los objetivos de la asignatura.
2. Se mostró que las evaluaciones con índices de dificultad muy altos, o sea con niveles de complejidad bajos entorpece el proceso de enseñanza aprendizaje.
3. Se requiere capacitar a los profesores del claustro en esta técnica.

## BIBLIOGRAFÍA

Coletta, V. P. and J. A. Phillips (2005). Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*(73): 1172.

Doran, R. L. (1980). *Basic Measurement and evaluation of science instruction*, National Science Teachers Association, Washintong, D. C.

Garduño Calderón, L., A. López Ortega and C. Mora (2013). Evaluación del aprendizaje conceptual del movimiento en Caída Libre. *Latin American Journal of Physics Education* 7(2): 275-283.

Lasry, N., S. Rosenfield, H. Dedic, A. Dahan and O. Reshef (2011). The puzzling reliability of the Force Concept Inventory. *American Journal of Physics*(79): 909.

Sandoval, M. and C. Mora (2009). Modelos erróneos sobre la comprensión del campo eléctrico en estudiantes universitarios. *Latin American Journal of Physics Education* 3(3): 9.

Santa Biblia, Proverbios 20:21, R.-V. (2000). Revisión de 1960. Sociedades Bíblicas Unidas.

