

# Modelo de red bayesiana de la percepción del éxito de alumnos de ingeniería en terminos de su vocación

*Bayesian network modeling of engineering-student perceptions of success in terms of vocation*



David Cardenas-Gonzalo, Marta Rojo-Arce, Hernan Gonzalo-Orden, Ignacio Moreno-Velasco y Monica Preciado-Calzada  
Universidad de Burgos (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8157>

El éxito de los estudiantes durante los estudios de pregrado puede interpretarse de diferentes maneras. La definición de "tasa de éxito" (indicador de sistema de información), utilizada en una Universidad pública española, es la relación entre el número de créditos aprobados por todos los alumnos matriculados en la titulación sobre el total de créditos obtenibles para todos los alumnos. En muchos casos, se ha estudiado la tasa de desgaste y las cuestiones relativas a los abandonos, en lugar de la tasa de éxito: las malas experiencias en materia de alojamiento, falta de apoyo de los profesores y tutores, y excesivas cargas de trabajo, entre otras razones [8]. En el campo de la ingeniería, hay una creciente preocupación por el desgaste y la ausencia de vínculos entre los abandonos y los resultados académicos [10 - 12].

Normalmente, la persistencia en el primer año y las tasas de graduación son medidas estándar de calidad académica y eficacia institucional [15].

En la presente investigación, queremos profundizar un poco más que la definición de éxito en términos de créditos aprobados. Se ha estudiado el éxito se en términos de expectativas de los estudiantes al final de su carrera, de ser feliz con lo que han estudiado y de no haberse equivocado en su elección.

Se identificaron los tres aspectos más influyentes en la percepción del éxito: vocación, integración + aprendizaje y expectativas futuras.

En esta investigación, se ha enfatizado una observación sobre la vocación que a menudo se pasa por alto en los grados de ingeniería. Los estudiantes que deseen estudiar ingeniería a menudo tienen que

comprometerse con una rama de la ingeniería desde el comienzo del grado. A continuación se asumirá que, a menos que se especifique lo contrario, el estudiante debe seguir la vocación de su elección cuando se inscribe en la carrera. Si por alguna razón (nota mínima requerida, aspectos económicos, distancia de casa, etc.), no siguen la rama que habían elegido como su primera opción, se considera que no siguen su vocación.

Estudios, como los de la Universidad de Oklahoma, [16] aseguran que una sexta parte de los estudiantes de ingeniería cambia su rama de estudio. La segunda variable, integración + aprendizaje, representa lo que se construye durante el período de estudio en la Universidad. Aunque es muy importante, este estudio no se ha centrado tanto en temas relacionados con la integración estudiantil como en temas relacionados con la vocación.

El otro factor importante, el aprendizaje, tiene que ver con la percepción de los estudiantes sobre el tema aprendido y lo difícil que es aprender. De hecho, tendría algo que ver con el concepto de autoeficacia, definido como la fuerza de la creencia de uno mismo que puede alcanzar un nivel específico de logro basado en la capacidad [15].

El concepto de autoeficacia en relación con la vocación y la elección del estudio, ha sido ampliamente estudiado por autores como [2, 1, 4]. Digamos que si la vocación es elegida con éxito y el estudiante está convencido de su elección, entonces el compromiso de los estudiantes hacia sus estudios será más importante. En cuanto a los factores que afectan la autoeficacia que se han relacionado con el éxito [13-7], se ha estudiado que la comprensión de la materia y la motivación son de gran importancia (la motivación era ligeramente más importante para las mujeres que para los hombres). Esta motivación podría vincularse a las expectativas personales y profesionales de un futuro no muy lejano. La tercera variable, las expectativas futu-

ras, desempeña un papel importante en el hecho de que los estudios de ingeniería a veces implican grandes esfuerzos para los estudiantes. Si tuvieran la percepción de que su vida profesional iba a cosechar beneficios, los "sacrificios" podrían valer la pena.

Se ha realizado una encuesta en una Universidad pública española (Escuela de Ingeniería Industrial) durante los años 2012-2015, con varias preguntas para estudiar todos estos aspectos fundamentales. Posteriormente, se decidió evaluar las respuestas según el modelo de las Redes Bayesianas. El cuestionario fue muy completo y las respuestas fueron calificadas de 1 a 5 con espacios disponibles para respuestas abiertas.

A continuación, se enumeran algunas preguntas para validar este modelo. Estas preguntas van a configurar las variables de nuestro modelo:

- Las que pertenecen al grupo de *expectativas futuras*: "ganar dinero", "ser útil a la sociedad", "encontrar trabajo", "encontrar un trabajo interesante" y "disfrutar mientras aprendes".
- Aquellos que forman parte del grupo de *aprendizaje*: "disfrutar del aprendizaje" y "obtener buenas calificaciones".
- La *vocación* es una variable que identifica al estudiante.
- *Sexo* que nos permitirá realizar estudios comparativos entre hombres y mujeres .
- Por último, la variable fundamental de nuestro estudio es el "éxito". Desde este punto de vista, se ha analizado el éxito como el sentimiento que tienen los estudiantes estudiando un título, que están contentos con lo que han estudiado y no se han equivocado.

Las redes bayesianas son un método cada vez más popular en el campo de la minería de datos (técnicas estadísticas de aprendizaje automático) que permiten extraer el "conocimiento" de datos existentes en un problema específico como bases de datos, encuestas, transacciones, etc. En este artículo se escogió el método de construcción de un modelo probabilístico y, por lo tanto, se analiza la relación entre las variables antes mencionadas y el éxito de nuestros estudiantes.

Teniendo esto en cuenta, la probabilidad inicial de cada variable ("disfrutar del aprendizaje", "ganar dinero", "buenas calificaciones", "conseguir un trabajo interesante", "sentirse útil a la sociedad", "sexo", "vocación", "obtener buenas calificaciones" y "tener éxito"), ha sido tomada en esta ocasión a partir de las respuestas de la encuesta administrada a los estudiantes. En otras palabras, habrá cinco probabilidades diferentes para cada variable, correspondientes a los cinco estados o grupos de cada uno de ellos.

Sin embargo, existen relaciones de dependencia e independencia entre las diferentes variables que hacen posible factorizar esta distribución de probabilidad conjunta (FPC), reduciendo el número de parámetros a través de los denominados sistemas inteligentes basados en:

- La base de conocimiento (información relevante sobre la percepción del éxito, por diferentes autores). Es decir, la bibliografía utilizada para encontrar las variables que definirán el modelo.
- El razonamiento del módulo que obtiene conclusiones sobre el nivel de percepción del éxito del estudiante. Por ejemplo, determina la probabilidad de que el estudiante tenga éxito en sus estudios.

En respuesta a la base de conocimiento se han obtenido variables tales como:

- a) Las variables "disfrutar del aprendizaje" y "buenas calificaciones" que son independientes entre sí.
- b) Las variables "encontrar empleo interesante" y "ser útil a la sociedad" influyen en la variable éxito, y al mismo tiempo la variable "encontrar empleo interesante" afecta a la variable "ser útil".
- c) Por último, la variable "encontrar empleo interesante" se ve afectada tanto por el "disfrute del aprendizaje" como por el de las "buenas calificaciones".

Como lo han afirmado autores como [5], las redes probabilísticas, combinan gráficas y probabilidad para definir modelos que cumplan con un cierto conjunto de relaciones de dependencia.

### 1. MATERIALES Y METODOLOGÍA

El objetivo principal de este estudio es analizar la influencia de las tres variables, la vocación, la eficiencia y las expectativas futuras de los estudiantes de esta Universidad sobre la probabilidad de éxito. El

estudio se realizó en cuatro partes:

1. Se realizó una selección de minería de datos teniendo en cuenta la relevancia de los datos para nuestro estudio, con el fin de trabajar con una fuente razonable de datos. La variable "éxito", elegida a priori sobre la base de la literatura anterior, sirve como atributo de salida.
2. Se estableció una clasificación de los predictores más importantes que afectan a la variable principal del estudio ("Éxito, junto con la minería de datos y herramientas de lenguaje de programación "Matlab". Este programa se utilizará para calcular la función de probabilidad conjunta (FPC) de cada una de las combinaciones de variables que influirán en la variable primaria de nuestro estudio será la "percepción de éxito"
3. A través de las redes bayesianas, se conocerán las relaciones de dependencia condicional entre unas variables y otras.
4. Después de esto, se obtendrán cálculos de probabilidad de la variable fundamental del estudio, "el éxito", con respecto a las otras variables implicadas en la creación del modelo. Es decir, la variable "Éxito" será la variable de referencia o variable de salida, relativa a la combinación de las otras variables del modelo.

#### 1.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La encuesta se llevó a cabo en 243 estudiantes de primer año de Ingeniería durante los años 2012 y 2015 a diferentes poblaciones, recogiendo una variedad

de preguntas (55 preguntas) debidamente analizadas por los profesores y destinadas principalmente a analizar las necesidades y preocupaciones en el sector universitario. En general, entre otros, se recogen preguntas como:

- ¿Cuáles fueron sus opciones cuando eligió su carrera universitaria?
  - ¿Por qué eligió la carrera?
  - ¿Qué espera encontrar cuando obtenga el título?
- Todas las preguntas tienen su ponderación de 1 a 5.

El número de preguntas y los campos cubiertos se han ampliado con cada encuesta sucesiva, manteniendo una serie de preguntas clave, para permitir el análisis de las tendencias en el sector universitario.

La preparación de la encuesta incluyó la revisión del proceso estadístico y el diseño de un estricto sistema de información de calidad utilizando la mejor metodología disponible. Un estudio se [11] especifica a través de varios procedimientos teóricos rigurosos que el abandono de los estudiantes de educación superior ofrece situaciones muy similares que se discuten en este artículo.

El sistema de control de calidad de la información guió el desarrollo de la encuesta. Este sistema de control de calidad fue desarrollado por personal universitario.

#### 1.2. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

En esta sección se desarrollará la metodología probabilística de las Redes Bayesianas para construir el modelo.

Las relaciones entre las variables del modelo se representan intuitivamente a

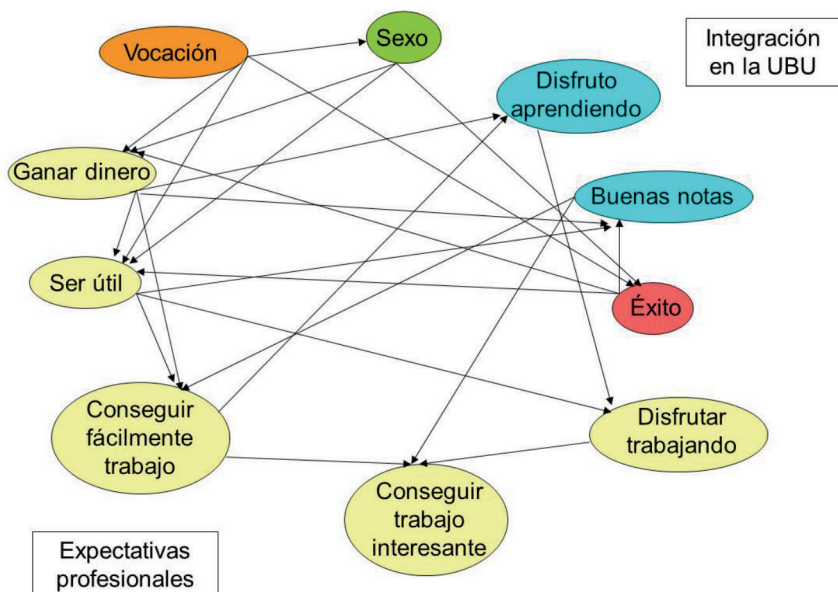


Fig. 2: Modelo: "Expectativas profesionales-Integración en la UBU- Vocación -Éxito" para alumnos de primero

través de gráficos dirigidos, que codifican tanto las dependencias marginales como las dependencias condicionales de las diferentes variables. Esto permite la exploración visual de las relaciones que pueden existir en el conjunto de datos. En el modelo generado a través de redes bayesianas, como se observa en la Fig. 2, se muestra que el "éxito" depende principalmente de variables relacionadas directamente con la vocación y el sexo e indirectamente con la eficiencia y expectativas futuras. En esta investigación, nuestro enfoque principal es la obtención de las relaciones más representativas y más fuertes que se modelan, lo que nos permitirá sacar conclusiones para mejorar las posibilidades de éxito de los estudiantes de la Universidad. Las variables que influyen directamente en una variable dada se denominan "variables padre".

Las relaciones que determinan el efecto de la variable "Éxito" en el conjunto de las otras variables se muestra en las figura anterior. En general, se puede decir que las Redes bayesianas permiten la construcción de modelos probabilísticos globales a partir de un conjunto de variables

$X = (X_1, \dots, X_n)$  sobre la base de un determinado conjunto de datos. Este modelo representa explícitamente el conocimiento del problema dado, en términos probabilísticos, a través de una distribución de probabilidad conjunta de las variables (teorema de Bayes):

$$p(\mathbf{x}) = p(x_1, \dots, x_n).$$

Una probabilidad conjunta no se define fácilmente en el modelo propuesto, ya que existen muchos grados de libertad. El problema ha sido resuelto eficientemente, limitando el número de grados de libertad sobre la base de las dependencias relacionadas con los datos y las independencias mostradas en el gráfico resultante. Así, la distribución de probabilidad conjunta se ha definido a través de una factorización de las distribuciones de probabilidad locales, en base a la probabilidad condicionada de cada variable con respecto a sus padres:

$$p(\mathbf{x}) = \prod_i p(x_i | \pi_i)$$

Donde  $\pi_i$  es el padre de las variables del nodo  $x_i$  del grafo.

Una vez definido el modelo probabilístico  $p(\mathbf{x})$ , las redes bayesianas calculan las probabilidades iniciales o marginales  $p(X_i = x_i)$ , para cada estado de cada variable  $x_i$  de  $\mathbf{x}$ . Estas son llamadas "a priori" o probabilidades iniciales y corresponden al estado inicial de las variables en el conjunto de datos (las

frecuencias de los diferentes estados). Habiendo obtenido las probabilidades "a priori", las redes permiten el cálculo de probabilidades condicionadas para cada variable, dadas ciertas evidencias "e" y (por ejemplo, dado el valor de algunas variables del modelo:  $vocación = 1$ ;  $e = 1$ ).

Estas nuevas probabilidades reflejaron el efecto de la evidencia sobre las restantes variables del modelo. La diferencia entre las probabilidades marginales y las condicionadas nos permite analizar qué respuestas tienen mayor influencia sobre si el nivel de éxito es alto, permitiendo así, explorar y cuantificar los resultados de la encuesta a través de estudios de sensibilidad que se presentarán en el capítulo sobre los resultados.

El proceso más complejo en el uso de las Redes Bayesianas es el entrenamiento del modelo con los datos. Para ello, se utilizaron diferentes algoritmos basados en pruebas estadísticas de dependencia y en búsquedas automatizadas de modelos óptimos, que representan el conjunto de datos dados [3].

### 1.3. VALIDACIÓN DEL MODELO GLOBAL

Los resultados de los modelos bayesianos han sido validados utilizando el método de la curva ROC (Receiver Operating Characteristic), que ha tenido diferentes usos a lo largo de los años.

En los últimos años, autores como [9] y posteriormente [19] afirmaron que pueden ser muy útiles para demostrar diferentes técnicas de evaluación en el aprendizaje automático y la "minería de datos".

Esta técnica de validación ROC puede definirse como un gráfico en el que se identifican dos variables: sensibilidad y especificidad para un sistema clasificador binario, ya que el límite de discriminación

varía. Otra definición posible de la gráfica es la identificación de los verdaderos positivos (TP) frente a la definición de falsos positivos (FP), también frente a los cambios en el límite de discriminación, sobre cuya base se puede decidir si un caso en cualquier conjunto es positivo.

Para analizar si los resultados han sido buenos o no, hay varios identificadores. El más utilizado es el AUC (área bajo la curva ROC). Este es el identificador que se ha utilizado en el artículo.

Se calcula mediante la siguiente relación según [9]:

$$G+1=2AUC$$

Donde G es el coeficiente de Gini

$$G_1 = 1 - \sum_{k=1}^n (X_k - X_{k-1})(Y_k + Y_{k-1})$$

X: es la probabilidad acumulativa de la variable del estudio (en nuestro caso la variable éxito).

Y: es la probabilidad acumulativa de otras variables en el modelo. Todos los resultados de las combinaciones de estudio han estado por encima de 0,5 que es lo que recomienda el espacio Roc, de acuerdo con estudios [14] y [19]. De esta manera queda validada la Red Bayesiana.

## 2. RESULTADOS

En principio ha que decir que todos los resultados han sido analizados para estudiantes de primer curso. También hay que señalar que todas las variables utilizadas en el modelo se analizaron en su estado medio "3" de los 5 estados existentes para cada variable. A continuación se pueden observar en las Tablas 1, 2 y 3 la probabilidad de éxito en hombres.

VARIABLES		GRUPO	% PROBABILIDAD DE ÉXITO
SEXO		Hombre	
VOCACIÓN		Buena	
DISFRUTO APRENDIENDO	Integración en la Universidad de Burgos	3	
BUENAS NOTAS		3	
CONSEGUIR FACILMENTE TRABAJO	Expectativas profesionales	3	51.23%
GANAR DINERO		3	
CONSEGUIR TRABAJO INTERESANTE		3	
DIFRUTAR TRABAJANDO		3	
SER ÚTIL A LA SOCIEDAD		4	
PROBABILIDAD INICIAL VARIABLE ÉXITO		2	16.59%

Tabla 1: Probabilidad de éxito de hombres con una buena vocación y que se sienten útiles en la sociedad

VARIABLES		GRUPO	% PROBABILIDAD DE ÉXITO	
SEXO		Hombre	41.94%	
VOCACIÓN	Integración en la Universidad de Burgos	Mala		
DISFRUTO APRENDIENDO		3		
BUENAS NOTAS		3		
CONSEGUIR FACILMENTE TRABAJO		3		
GANAR DINERO		3		
CONSEGUIR TRABAJO INTERESANTE		Expectativas profesionales		3
DIFRUTAR TRABAJANDO		3		
SER ÚTIL A LA SOCIEDAD		4		
PROBABILIDAD INICIAL VARIABLE ÉXITO		2		16.59%

Tabla 2: Probabilidad de éxito de hombres con una mala vocación y que se sienten útiles en la sociedad

VARIABLES		GRUPO	% PROBABILIDAD DE ÉXITO	
SEXO		Hombre	64.29%	
VOCACIÓN	Integración en la Universidad de Burgos	Mala		
DISFRUTO APRENDIENDO		3		
BUENAS NOTAS		3		
CONSEGUIR FACILMENTE TRABAJO		3		
GANAR DINERO		4		
CONSEGUIR TRABAJO INTERESANTE		Expectativas profesionales		3
DIFRUTAR TRABAJANDO		4		
SER ÚTIL A LA SOCIEDAD		4		
PROBABILIDAD INICIAL VARIABLE ÉXITO		2		16.59%

Tabla 3: Probabilidad de éxito de hombres con una mala vocación y que se sienten útiles en la sociedad, ganan dinero y se divierten trabajando

VARIABLES		GRUPO	% PROBABILIDAD DE ÉXITO	
SEXO		Mujer	26.53%	
VOCACIÓN	Integración en la Universidad de Burgos	Buena		
DISFRUTO APRENDIENDO		3		
BUENAS NOTAS		3		
CONSEGUIR FACILMENTE TRABAJO		3		
GANAR DINERO		3		
CONSEGUIR TRABAJO INTERESANTE		Expectativas profesionales		3
DIFRUTAR TRABAJANDO		3		
SER ÚTIL A LA SOCIEDAD		4		
PROBABILIDAD INICIAL ÉXITO		2		16.59%

Tabla 4: Probabilidad de éxito de mujeres con una buena vocación y que se sienten útiles en la sociedad

lugar, se obtuvo la Tabla 5 con las posibilidades de éxito cuando la vocación se encuentra en un estado deficiente.

### 3. DISCUSIÓN

Dado los diferentes niveles de madurez y los diferentes puntos de vista de los estudiantes en este estudio, los resultados de cada grupo se discuten por separado.

Sin embargo, como punto general, cabe señalar que entre las preguntas para identificar variables importantes para "Integración y vida universitaria", las dos únicas que podrían ser validadas han sido: "disfrutar del aprendizaje" y "buenos resultados académicos". Estos dos parámetros tienen que ver con el concepto de autoeficacia que, como ya se mencionó en la introducción, se ha mostrado repetidamente como uno de los más importantes.

Si combinamos la variable vocación para el género (masculino) con todas las demás variables en su estado intermedio (3), la probabilidad de éxito es de 12% en hombres y 10% en mujeres.

Se realizó el segundo estudio, donde se observó que un aumento en el apego a la variable "Ser Útil" hasta el nivel 4 se acompaña de un aumento en la probabilidad de éxito al 51,23% para los hombres y al 26,53% para las mujeres.

Este resultado contradice los estudios de [2], donde "ser útil" a la sociedad parecía ser mucho más importante para las mujeres que para los hombres. De hecho, en los hombres con vocación en un estado bueno o malo, la expectativa de "ser útil" a la sociedad aumenta la probabilidad de éxito a un 51,23% en hombres y a un 41,94%, en mujeres. Este resultado muestra que la probabilidad de éxito no depende tanto de la vocación, ya que el aumento fue significativo con una mala vocación y un sentimiento de utilidad para la sociedad.

Sin embargo, incluso cuando hay mala vocación, si el estudiante se siente útil para la sociedad, tiene expectativas de ganar dinero (estado 4) y disfruta trabajando (estado 4), entonces la probabilidad de éxito se eleva hasta 64.29% en hombres y mujeres. Cabe señalar que tales expectativas pueden no ser las mismas en hombres y mujeres, ya que según [17] y [11], los hombres esperan ganar más que las mujeres cuando estudian en la Universidad. En su estudio, [14] distinguió entre los alumnos perseverantes y los no perseverantes y analizó los factores necesarios para que no abandonaran los estudios. En otras palabras, las variables consideradas son muy importantes para lograr el éxito en nuestra carrera. Por encima de todo, se ha demostrado empíricamente

Los resultados para las mujeres se presentan en las siguientes tablas: en primer

lugar, se consideraron los resultados con buena vocación (Tabla 4). En segundo

VARIABLES		GRUPO	% PROBABILIDAD DE ÉXITO
SEXO		Mujer	
VOCACIÓN		Mala	
DISFRUTO APRENDIENDO	Integración en la Universidad de Burgos	3	64.29%
BUENAS NOTAS		3	
CONSEGUIR FACILMENTE TRABAJO		3	
GANAR DINERO	Expectativas profesionales	4	16.59%
CONSEGUIR TRABAJO INTERESANTE		3	
DIFRUTAR TRABAJANDO		4	
SER ÚTIL A LA SOCIEDAD		4	
PROBABILIDAD INICIAL VARIABLE ÉXITO			

Table 5: Probabilidad de éxito de mujeres con una mala vocación y que se sienten útiles en la sociedad, ganan dinero y se divierten trabajando

los aspectos más importantes mediante el uso de Redes Bayesianas. Es importante validar las buenas combinaciones entre variables. Las combinaciones son infinitas. Por lo tanto, lo que se hizo primero fue validar la mejor combinación de variables, para luego realizar estudios de sensibilidad, como se ha hecho en este estudio.

#### 4. CONCLUSIONES

En primer lugar hay que decir que no todas las preguntas de la encuesta se han elegido para crear las variables modelo, aunque en principio podrían ser interesantes. Variables como "la influencia de conocidos o amigos al elegir su carrera" y otras como "llevar a cabo mis ideas o proyectos" no han tenido la suficiente consistencia para integrarlas en el modelo de estudio, obteniendo valores AUC de la curva ROC por debajo de 0,5.

Es necesario analizar si todas las encuestas son consistentes y descartar aquellas que no cumplen ciertos criterios. Las redes bayesianas son un método ampliamente utilizado en varios campos para la validación de ciertos resultados. Son éstos y no otros que a priori podrían parecer los mejores (por ejemplo aquellos que responden afirmativa o negativamente al más alto grado) de los cuales podemos sacar conclusiones. La vocación específica de los estudiantes es sin duda un factor importante a considerar, aunque nuestros estudiantes expresan mayor preocupación (cuando terminan e incluso cuando están en su primer año) sobre su futuro empleo. Las expectativas con respecto al empleo satisfactorio pueden plantear dudas sobre si la elección del curso era la correcta.

El estudio tuvo que centrarse en los estudiantes de primer año (con la mayor tasa de desgaste). Esto se puede hacer a través de prácticas de laboratorio, cerca de la realidad, dando ejemplos reales que les hacen ver que lo que están estudiando tiene aplicaciones del mundo real. Por lo tanto, las conferencias y, por supuesto, las prácticas y los proyectos de fin de curso en las empresas, pueden llevarlos al mundo real y ayudarles en su futura búsqueda de empleo. Si los estudiantes sienten que están en el camino correcto para lograr el éxito, es decir, no están equivocados sobre su elección de carrera, su motivación aumentará, aunque su vocación inicial no fuera la elegida en la rama de ingeniería.

Otra variable de importante del estudio ha sido la de "disfrutar del aprendizaje", que por supuesto siempre se puede mejorar, si los profesores se esfuerzan por hacer que sus asignaturas sean atractivas para los estudiantes. De hecho, la siguiente conclusión también puede agregarse a lo anterior: si los estudiantes se dan cuenta de que el estudio es de interés para su futuro, reciben información con gusto y están satisfechos con el grado que decidieron estudiar.

#### PARA SABER MÁS

- [1] Bandura, A. 1986, Social foundations of thought and action, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- [2] Betz, NE. & Hackett G., 1981, The relationship of career-related self efficacy expectations to perceived career options in college women and men, J. of Counselling Psychology, 28, 399-410.
- [3] Castillo, E., J. M. Gutiérrez and A. S. Hadi (1997). Expert systems and probabilistic network models, Springer Verlag.
- [4] Chung, Y B 2002, Career decision-making

self-efficacy and career commitment: gender and ethnic differences among college students. J. of Career Development, vol. 28, issue 4, 277-284.

- [5] Gutiérrez, J. M., R. Cano, A. S. Cofiño and C. M. SORDO (2004). Redes Probabilísticas y Neuronales en las Ciencias Atmosféricas. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, Universidad de Cantabria e Instituto Nacional de Meteorología
- [6] Haag, S., Hubele, N., García A., McBeath, K., 2007, Engineering undergraduate attrition and contributing factors, Int. J. Engng. Ed., vol. 23, pp 929-940.
- [7] Hackett, G., Betz, N. E., Casas, J. M., and Rocha-Singh, I. A., Gender, ethnicity, and social cognitive factors predicting the academic achievement of students in engineering, J. of Counseling Psychology, Vol. 39, No. 4, 1992, pp. 527-538.
- [8] Hamshire, C., Willgoss, T. G., Wibberley, C., What are reasonable expectations? Healthcare student perceptions of their programmes in the North West of England, Nurse Education Today, 33 (2013), pp. 173-179.
- [9] Hand, D. J. and R. J. Till (2001). "A Simple Generalisation of the Area Under the ROC Curve for Multiple Class Classification Problems." Machine Learning 45(2): 171-186.
- [10] Hartman, H., Hartman, M., Leaving engineering: lessons from Rowan University's College of Engineering, J. of Engineering Education, 95, 1, 2006, pp. 49-61.
- [11] Hogue, M., Yoder, J.D. and Singleton, S.B. (2007), "The gender wage gap: an explanation of men's elevated wage entitlement", Sex Roles, Vol. 56 Nos 9-10, pp. 573-579.
- [12] Huang, G., Peng, S. S., Entry and persistence of women and minorities in College Science and engineering education, National center for education statistics, research and development report, 2000.
- [13] Lent, R. W., Brown, S. D., Schmidt, J., Brenner, B., Lyons, H., and Treistman, D., Relation of contextual supports and barriers to choice behavior in engineering majors: test of alternative social cognitive models, J. of Counseling Psychology, Vol. 50, No. 4, 2003, pp. 458-465.
- [14] Matusovich H. M., Streveller, R. A., Miller R. L., 2010, Why do students choose engineering? A qualitative, longitudinal investigation of students' motivational values, J. of eng. Education, October, 289-303.
- [15] Pajares, F., Self-efficacy beliefs in academic settings, Review of educational research, vol. 66, n 4, 1996, pp 543-578.
- [16] Seymor, E., and Hewitt, N. M., 1997, Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences, Oxford: Westview Press
- [17] Schweitzer S, M Lyons S., Kuron L. K. J., Ng E. S. W., 2014, The gender gap in pre-career salary expectations: a test of five explanations. Career Development International, vol. 19, 4, pp. 404-425.
- [18] Tinto, V. "Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research." Review of Educational Research, 1975, 43 (1), 89-125.
- [19] Zou, K. H., A. J. O'Malley and L. Mauri (2007). "Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models."Circulation 115(5): 654-657.