

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA PARA MOTIVAR EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES EN CONTENIDOS DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

ANTONELLA CAVALLIN^{*(a)(b)}, DANIEL A. ROSSIT^{(a)(c)}, DIEGO G. ROSSIT^{(a)(b)},
DIEGO R. BROZ^(d), MARIANO FRUTOS^{(a)(b)}, NANCY B. LÓPEZ^(a)

^(a) Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur (UNS).

^(b) IIESS, Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET.

^(c) INMABB, Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET.

^(d) Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, CONICET.

antonella.cavallin@uns.edu.ar-daniel.rossit@uns.edu.ar- diego.rossit@uns.edu.ar
diego.broz@facfor.unam.edu.ar-mfrutos@uns.edu.ar-nblopez@uns.edu.ar

Fechas recepción: Noviembre 2016 - Fecha aprobación: Abril 2017

RESUMEN

En la mayoría de los planes de estudios de carreras como Ingeniería Industrial, Administración de Empresas, Informática, entre otras, se incluyen materias con contenido basado en la Investigación Operativa (IO). Sin embargo, el excesivo enfoque matemático que muchas veces puede adoptarse para su enseñanza diluye su énfasis práctico lo que genera que, por un lado, el alumno no pueda aprovechar el valioso aporte que tiene dicha temática y, por otro lado, el profesor no pueda revelar el potencial alcance de su aplicación. En el presente artículo se muestran dos ejemplos para abordar y construir modelos típicos de programación lineal en IO. Dichas dinámicas hacen foco en la participación y motivación de los alumnos hacia el contenido de la materia a través de temáticas de su interés. Además, como estrategia de aprendizaje continuo, se evalúa el impacto de la inclusión de cuestionarios cortos obligatorios en las clases prácticas. Los resultados obtenidos a nivel de participación de los alumnos, así como, teniendo en cuenta sus opiniones a través de encuestas, demuestran que las estrategias utilizadas despiertan el interés por la temática y las consideran relevantes en el aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Investigación operativa, Estrategias de Enseñanza, Aprendizaje Continuo.

ABSTRACT

The majority of the university curricula that are related to Industrial Engineering, Business Management or Logistics include Operations Research (OR) as one of their main courses. However, the excessive mathematical approach that is often adopted by the teacher hides the practical applicability of the OR. This produces two important consequences. On the one hand students cannot take full advantage of the valuable contribution that OR represents and on the other hand the teacher cannot share the potential scope of application. In

this article, two different teaching techniques to address the typical assignment problem are explained. These methods encourage the participation and motivation of the students through the usage of practical examples of how OR can facilitates the decision-making process in a situation that catches the students' attention. These are the assignment of football players to field positions and, on another example, of housework to members of the family. In addition to this, we measure the impact of the inclusion of mandatory short quizzes as a strategy of continuous learning on a OR class. The results, retrieved from student's participation and their own opinions expressed through surveys, show that these methods successfully enhanced student's interest and motivation in the taught topics.

KEYWORDS: Operation Research, learning strategies, continuous learning.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la gran variedad de materias presentes en las carreras universitarias y terciarias, la Investigación Operativa (IO) ocupa un lugar primordial para el desarrollo de conocimientos científicos y habilidades analíticas en el perfil del futuro profesional. La IO da soporte a la toma de decisiones en la planificación y coordinación de actividades en una organización a partir de un conjunto de herramientas científicas como programación lineal y entera, programación de proyectos, modelos de inventarios, análisis de decisiones, simulación, entre otros (Taha, 2004). Con el objetivo de resolver problemas o mejorar situaciones, la IO ha sido aplicada de manera extensa en áreas muy diversas como manufactura, transporte, salud, servicios públicos, entre otros. De forma breve, el sistema utilizado por la IO comienza con el proceso de observación y formulación del problema, incluyendo la recolección de los datos pertinentes, seguido por la construcción y validación del modelo (generalmente matemático), con el cual se busca abstraer la esencia del problema real, para culminar proporcionando resultados y conclusiones que colaboren en la toma de decisiones ante la solución del problema original.

Si bien la IO podría considerarse una materia o contenido de sumo interés para los alumnos, el excesivo enfoque matemático que muchas veces puede adoptarse para su enseñanza diluye su énfasis práctico. Esto genera que, por un lado, el alumno no pueda aprovechar el valioso aporte que tiene dicha temática y, por otro lado, el profesor no pueda revelar el potencial alcance de su aplicación. El objetivo de la enseñanza debería ser equilibrar el enfoque entre las necesidades propias de los contenidos junto con el sentido de aceptación asignado por el alumno. Referido a ello, en Mastache *et al.* (2007) se definen los sentidos del conocimiento a nivel interno y externo. A nivel interno, por su vinculación con otros conocimientos dentro del área o disciplina y, a nivel externo, por el campo de utilización de ese conocimiento y por los límites del mismo. En otras palabras, los alumnos deben poder otorgarle sentido a lo que estudian y hacen, y para eso, en el nivel externo es el docente quien debe generar el ambiente propicio para que ese sentido se desarrolle. Esencialmente, se trata de recurrir a estrategias didácticas que vinculen el contexto de formación con el de actuación como profesionales, o el contexto de

formación con el entorno que ellos conocen como alumnos. Para ello, el profesor debe adquirir el rol de facilitador de los aprendizajes, en vez de ser un mero transmisor de conocimientos. Su misión es impulsar a los estudiantes a reflexionar, identificar necesidades de información, motivarlos para continuar con el trabajo y guiarlos hasta el logro de las metas de aprendizaje propuestos (Rodríguez Sánchez, 2011). De este modo, el alumno deja de ser un receptor pasivo para convertirse en agente activo comprometido en la construcción de su propio conocimiento. Esta transformación puede alcanzarse en el momento en que el profesor pone en práctica técnicas innovadoras susceptibles de despertar el interés y la motivación de los alumnos. Siguiendo con dicha línea de análisis, en Tlhoaele, Suhre y Hofman (2016) se menciona como motivación intrínseca a aquella motivación que provoca el desarrollo de un conocimiento a partir del interés propio del alumno, y que se logra por la satisfacción del estudiante ante la realización de determinadas actividades que lo desafíen. Para ello, se destaca que el profesor debe resignar su “poder” en términos de control de la clase, para que los alumnos creen sus propias oportunidades para lograr el entendimiento del contenido. En el mismo artículo, también se habla de aprendizaje profundo como el necesario para lograr adquirir conocimientos focalizados de un determinado tema. Pasar de un enfoque superficial a uno puntual es crítico en entornos de educación superior donde se espera que los estudiantes sean auto-determinantes en la gestión de su propio aprendizaje. Según las autoras, dichas habilidades pueden obtenerse por métodos de enseñanza que estimulen su curiosidad, el intercambio de ideas, y las habilidades de pensamiento crítico para aprender y lograr un mejor; y por actividades de rendimiento académico que se alinean con los objetivos y el nivel de comprensión requerido.

Por otro lado, no deben perderse de vista el reconocimiento del aprendizaje y la evaluación continua, como método de mejora del proceso educativo, tanto para el alumno como para el docente (Sierra y Díaz, 2014). El aprendizaje continuo constituye una herramienta fundamental que permite balancear la carga de esfuerzo sobre el alumno a lo largo del cursado de la materia, mejorando el rendimiento del tiempo invertido por el estudiante (García, Bravo, Albero, Cuello, Sancho, 2005) en contraposición a los métodos tradicionales basados únicamente en evaluaciones “discretas” que muchas veces generan una sobrecarga de esfuerzo sobre los alumnos y, por lo tanto, un deterioro del proceso de enseñanza. En el aprendizaje continuo, el docente ha de evaluar la asimilación de conocimientos y el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes no sólo al final del proceso de aprendizaje sino también a lo largo del mismo, lo cual requiere una importante labor docente en las tareas de planificación de las actividades y de coordinación entre los distintos enseñantes involucrados (García *et al.*, 2005). De esta forma, la evaluación se convierte en continua o progresiva, permitiendo así que el profesor realice un mejor seguimiento del progreso de adquisición de conocimientos y competencias del estudiante (González-Rosende *et al.*, 2008). Existen diversas formas de llevar a cabo esta evaluación. En cursos reducidos la evaluación continua puede realizarse, por ejemplo, a través del grado de participación en clase cotidiano del alumno. Sin embargo, en cursos numerosos este método es

difícil de implementar con todos los alumnos debido a la alta relación alumno-docente que existe.

En el presente trabajo, se presentan tres estrategias de enseñanza: dos actividades enfocadas en la motivación de los alumnos hacia el contenido de la materia a través de temáticas de su interés, y un método de evaluación continua basado en cuestionarios cortos obligatorios en las clases prácticas.

La primera estrategia a desarrollar fue utilizada en la materia Investigación Operativa, de la Tecnicatura Superior en Logística, del Instituto Superior de Formación Técnica N°191, durante los años 2015 y 2016. La segunda estrategia, en la asignatura Gestión del Transporte de la Diplomatura Universitaria en Logística y Gestión de la Cadena de Suministro del Departamento de Ingeniería de la UNS, año 2016. Ambas actividades fueron enfocadas en la motivación de los alumnos para abordar el modelo de programación lineal de asignación, es decir, modelos matemáticos representados por funciones lineales cuyo objetivo es determinar la manera óptima de asignar bienes. Para la resolución de dichos modelos se utilizó el software *POM-QM for Windows*¹ (*Production and Operations Management, Quantitative Methods*).

La tercera estrategia se desarrolló en la cátedra de Modelización y Métodos de la Ingeniería Industrial del Departamento de Ingeniería de la UNS en los años 2015 y 2016. En el presente trabajo se exponen los principales efectos observados en la implementación del proceso de evaluación continua utilizado.

2. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA IMPLEMENTADAS

A continuación se exponen las estrategias de enseñanzas utilizadas: dos abordajes del modelo de asignación de programación lineal a través de estrategias didácticas innovadoras que buscan captar el interés y la participación de los alumnos en la clase; una metodología de implementación de cuestionarios cortos obligatorios en las clases prácticas.

2.1. Organización de un equipo de fútbol mediante el modelo de asignación

La siguiente estrategia fue desarrollada en la materia Investigación Operativa, de la Tecnicatura Superior en Logística, del Instituto Superior de Formación Técnica N°191, durante los años 2015 y 2016. El curso estaba compuesto por 16 alumnos y alumnas mayores de 22 años.

2.1.1 Descripción de la actividad

La actividad a presentar tiene el objetivo de desarrollar el sentido del conocimiento de nivel externo vinculando el contexto de formación con el contexto de interés cotidiano de la mayoría de los alumnos. Tal contexto se relaciona con la organización de un equipo de fútbol en función de las

¹ Disponible en http://wps.prenhall.com/bp_weiss_software_1/

habilidades de 11 jugadores en 11 posiciones. Para ello, se utilizó como ejemplo los datos de la TABLA 1. Tanto los jugadores como su puntaje de habilidad en cada posición fueron elegidos y establecidos por la docente buscando establecer datos coherentes con la realidad. Dichos puntajes varían entre 0 y 10, siendo 10 puntos el mayor valor de habilidad. Asimismo, es información conocida por los alumnos, por tratarse de un equipo de fútbol argentino de primera división.

La finalidad de la dinámica es dar un ejemplo de aplicación del problema de programación lineal de asignación, es decir, cómo asignar jugadores a posiciones de forma de maximizar el rendimiento del equipo.

El procedimiento consiste en plantear a los estudiantes cómo asignarían los jugadores expuestos de forma que el rendimiento del equipo sea el mejor. Luego se deduce el modelo matemático que brindará dicha solución y posteriormente se resuelve con el software POM-QM.

	Arquero	Defensor izquierda	Defensor derecha	Defensor central	Medio izquierda	Medio derecha	Volante izquierda	Volante derecha	Enganche	Delantero libre o libre	Delantero o punta
Cavenaghi	2	2	3	3	5	4	5	5	7	8	9
Mercado	8	8	8	9	7	7	9	7	6	5	5
Mora	4	4	5	5	7	8	7	7	5	4	4
Maidana	7	9	9	9	7	6	7	7	5	4	4
Gutierrez	1	2	3	3	5	5	7	7	9	9	9
Pisculichich	7	8	7	7	9	9	6	6	8	7	6
Barovero	10	8	7	7	7	7	6	6	4	4	4
Funes Mori	6	8	9	9	5	5	7	8	4	4	4
Sanchez	7	5	5	5	6	6	9	8	8	7	7
Pezzela	6	8	8	8	7	8	7	7	6	5	4
Boyé	4	4	3	3	5	6	7	7	8	9	9

TABLA 1. Datos para el problema de asignación de organización de un equipo de fútbol.

2.1.2 Descripción del modelo

En la TABLA 2 se muestra el modelo de asignación de programación lineal necesario para resolver el problema planteado. La manera utilizada para la presentación del mismo a los alumnos fue por medio de la deducción. Es decir, siempre se partió del caso real para llegar al concepto, definición o expresión matemática. Por ejemplo, se comenzó hablando del "Equipo de River" para luego llegar a establecerlo como el conjunto de jugadores J . Otro caso muy claro fue razonar que sólo un jugador podía ser arquero y que, quien es arquero

no puede ser al mismo tiempo delantero, para deducir así las restricciones del modelo.

Para llegar a la función objetivo, se utilizaron soluciones factibles elegidas por algunos alumnos, de forma de analizar la forma de cálculo de la valorización total del equipo. Luego por medio de la comparación de los distintos resultados obtenidos, se dedujo la forma de englobar el cálculo de todas las posibilidades o soluciones factibles. Esto introdujo la variable binaria $X_{j,p}$ como elemento necesario para definir matemáticamente dicho cálculo global.

CONJUNTOS	
J	Conjunto de jugadores $\{J_j\}_{j=1}^{11}$
P	Conjunto de posiciones en cancha $\{P_p\}_{p=1}^{11}$
PARÁMETROS	
$V_{j,p}; j \in J, p \in P$	Valor asignado para el jugador j en la posición p .
VARIABLES	
$X_{j,p}; j \in J, p \in P$	Variable Binaria. $X_{j,p} = 1$, si el jugador j es asignado a la posición p ; 0, en otro caso.
FUNCIÓN OBJETIVO	
$Max Z = \sum_{p=1}^{11} \sum_{j=1}^{11} v_{j,p} x_{j,p}$	Maximizar el rendimiento del equipo de fútbol.
RESTRICCIONES	
$\sum_{j=1}^{11} x_{j,p} = 1, p \in P$	Solo puede asignarse un jugador j a una posición p .
$\sum_{p=1}^{11} x_{j,p} = 1, j \in J$	Solo puede asignarse una posición p un jugador j .

TABLA 2. Modelo de programación lineal para el problema de asignación de organización de un equipo de fútbol.

2.1.3 Resolución

Se procede a ingresar los datos en el Software POM-QM. Cabe aclarar que la información solicitada por el software se carga tal cual se presentó en la TABLA 1, es decir, se ingresan los puntajes de cada jugador a cada posición. Posteriormente se resuelve. La solución obtenida se muestra en la TABLA 3.

Valor de la F.O: 97 puntos	Arquero	Defensor izquierda	Defensor derecha	Defensor central	Medio izquierda	Medio derecha	Volante izquierda	Volante derecha	Enganche	Delantero libre	Delantero punta
Cavenaghi	2	2	3	3	5	4	5	5	7	8	A. 9
Mercado	8	8	8	A. 9	7	7	9	7	6	5	5
Mora	4	4	5	5	7	A. 8	7	7	5	4	4
Maidana	7	A. 9	9	9	7	6	7	7	5	4	4
Gutierrez	1	2	3	3	5	5	7	7	A. 9	9	9
Pisculichich	7	8	7	7	A. 9	9	6	6	8	7	6
Barovero	A. 10	8	7	7	7	7	6	6	4	4	4
Funes Mori	6	8	9	9	5	5	7	A. 8	4	4	4
Sanchez	7	5	5	5	6	6	A. 9	8	8	7	7
Pezzela	6	8	A. 8	8	7	8	7	7	6	5	4
Boyé	4	4	3	3	5	6	7	7	8	A. 9	9

TABLA 3. Resolución al problema de asignación de organización de un equipo de fútbol mediante el software POM-QM. Ref: A.x, indica la posición a la que es asignado ese jugador y el puntaje x en esa posición.

2.2. Asignación de las tareas del hogar

La actividad a describir a continuación fue implementada en la asignatura Gestión del Transporte de la Diplomatura Universitaria en Logística y Gestión de la Cadena de Suministro del Departamento de Ingeniería de la UNS, en el año 2016. Es importante destacar que no era requisito de inscripción a la misma una formación previa específica de los alumnos, por lo que, el nivel de conocimientos al comienzo de la diplomatura, especialmente de índole matemática, era muy variado. Asimismo, muchos de los asistentes provenían de empresas, en las cuales llevaban años trabajando. Por lo tanto, el perfil y los intereses de los mismos eran claramente diferentes al del estudiante universitario. De igual forma, se pretendía dar un panorama de programación lineal como herramienta de gestión del transporte a los 13 alumnos y alumnas que componían el curso.

2.2.1 Descripción de la actividad

Si bien durante el dictado de la asignatura se utilizaron constantemente ejemplos clásicos de transporte y distribución de productos, al momento de explicar el modelo de asignación de programación lineal, se recurrió a un caso de la vida cotidiana: el reparto de las tareas del hogar en la familia. En la TABLA 4 se muestran los valores asignados para 6 personas integrantes de una familia en la realización de 6 tareas del hogar. Los puntajes fueron establecidos por la docente, en un intervalo de 0 a 10, siendo 10 puntos el mayor valor de eficiencia

de realización de una tarea del hogar. El objetivo del planteo es maximizar la valorización de la distribución de las tareas en la familia.

Al igual que en la estrategia 2.1, en la presente estrategia se mantiene el objetivo de desarrollar el sentido del conocimiento de nivel externo vinculando el contexto de formación con el contexto de interés cotidiano de la mayoría de los alumnos, con la diferencia enfatizada en los intereses del alumnado.

Tareas del hogar						
	Mamá	Papá	Hija	Hijo 1	Hijo 2	Abuela
Cocinar	5	8	8	6	5	9
Compras	8	4	5	6	9	5
Planchar	5	8	7	4	8	6
Lavar Platos	7	5	8	7	7	8
Barrer	4	8	7	5	4	6
Limpiar Baño	8	9	5	9	4	7

TABLA 4. Datos para el problema de asignación de tareas del hogar.

2.2.2 Descripción del modelo

En la TABLA 5 se muestra el modelo de asignación de programación lineal necesario para resolver el problema planteado. Al igual que en la estrategia 2.1, la manera de presentación fue por medio de la deducción del modelo a partir del caso real. Por ejemplo, de la simbolización de la familia se introdujo el conjunto P , y frases como “nadie quiere realizar todas las tareas del hogar”, “si o si alguien tiene que hacer cada tarea”, “en ninguna familia van a lavar los platos dos veces”, ayudaron a deducir las restricciones del problema. Análogamente al método utilizado en el caso del equipo de fútbol, se dedujo la función objetivo y la variable binaria.

CONJUNTOS	
T	Conjunto de tareas $\{T_t\}_{t=1}^6$
P	Conjunto de personas que componen el hogar $\{P_p\}_{p=1}^6$
PARÁMETROS	
$V_{t,p}; t \in T, p \in P$	Valorización de la persona p en la realización de la tarea t .
VARIABLES	
$X_{t,p}; t \in T, p \in P$	Variable Binaria. $X_{t,p} = 1$, si la tarea t es asignada a la persona p ; 0, en otro caso.
FUNCIÓN OBJETIVO	

$Max Z = \sum_{p=1}^6 \sum_{j=1}^6 v_{j,p} x_{j,p}$	Maximizar el rendimiento de la realización de las tareas cotidianas.
RESTRICCIONES	
$\sum_{j=1}^6 x_{j,p} = 1, p \in P$	Solo puede asignarse una tarea t a una persona p.
$\sum_{p=1}^6 x_{j,p} = 1, j \in J$	Solo puede asignarse una persona p una tarea t.

TABLA 5. Modelo de programación lineal para el problema de asignación de las tareas del hogar.

2.2.3 Resolución

Se procede a ingresar los datos en el Software POM-QM. Cabe aclarar que la información solicitada por el software se carga tal cual se presentó en la TABLA 5, es decir, se ingresan los puntajes de cada persona en la realización de cada tarea del hogar. Posteriormente se resuelve. La solución obtenida se muestra en la TABLA 6.

Valor de la F.O: 50 puntos	Tareas del hogar					
	Mama	Papa	Hija	Hijo 1	Hijo 2	Abuela
Cocinar	5	8	8	6	5	A. 9
Compras	A. 8	4	5	6	9	5
Planchar	5	8	7	4	A. 8	6
Lavar Platos	7	5	A. 8	7	7	8
Barrer	4	A. 8	7	5	4	6
Limpiar Baño	8	9	5	A. 9	4	7

TABLA 6. Resolución al problema de asignación de tareas del hogar mediante el software POM-QM. Ref: A.x indica la tarea a la que es asignado ese miembro de la familia y el puntaje x en esa tarea.

2.3. Uso de cuestionarios para fomentar el aprendizaje continuo

En este apartado se comenta la experiencia surgida de la aplicación de cuestionarios obligatorios durante el cursado de una cátedra de IO como forma de fomentar el aprendizaje continuo de los alumnos. La modalidad que se utiliza es incluir tres cuestionarios como instancias de evaluación en fechas diferentes y, preferentemente, alejadas de los parciales de la materia. El objetivo es que los cuestionarios fomenten la participación continua de los alumnos en las

clases prácticas y un mayor interés por llevar al día la materia. Además, se espera que la evaluación continua permita que el alumno balancee de manera más pareja el esfuerzo dedicado a la asimilación del contenido de la materia a lo largo de todo el cursado.

La técnica descripta a continuación se llevó a cabo en la cátedra de Modelización y Métodos de la Ingeniería Industrial del Departamento de Ingeniería de la UNS en los años 2015 y 2016. La mencionada asignatura constituye una de las principales materias de I O del plan curricular de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNS (Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur, 2015). En ella se dictan contenidos básicos e intermedios de distintas herramientas de la IO, como programación lineal, programación entera, modelos de redes y simulación. También se desarrollan temáticas sobre gestión y seguimiento de proyectos, teoría de colas y gestión de inventarios. Asimismo, se introduce a los alumnos en la utilización de distintos software de aplicación.

La metodología de evaluación utilizada es de multiple-choice o de completar oraciones incompletas. En algunos casos también se requirió realizar cálculos sencillos. Las principales ventajas de esta metodología son que permite la corrección rápida de las instancias de evaluación y, por lo tanto, que se comuniquen las calificaciones a los alumnos a la brevedad. Según Álvarez Martínez, Espuny y Francisco (2010), la obtención de un *feedback* en un periodo breve es un elemento fundamental del proceso de aprendizaje continuo. Los cuestionarios son cortos, con una duración aproximada de 20 minutos que requiere el alumno para su realización y se evalúan temas teórico-prácticos desarrollados en la cátedra hasta una semana antes de la fecha del cuestionario. La corrección de los resultados por parte de los integrantes de la cátedra fue siempre en un plazo menor a los tres días hábiles. La dificultad de los cuestionarios era moderada, inferior al de las instancias parciales. Para cursar la materia, los alumnos deben aprobar como mínimo dos cuestionarios. Además, se establece que las calificaciones de los cuestionarios serán consideradas para la promoción de la materia.

3. RESULTADOS

Antes de mencionar los resultados obtenidos, cabe aclarar que las dos primeras estrategias mencionadas fueron aplicadas por la docente en su primera experiencia en el dictado de la materia. Por lo tanto, no podrá mostrarse evidencia de la evolución de los resultados con respecto a años anteriores. Por el contrario, en el caso de la evaluación continua mediante cuestionarios, sí puede hacerse una comparación con cursos previos, como se presentará posteriormente en esta misma sección. Sin embargo, debe volver a destacarse que la implementación de cuestionarios sólo se realiza desde hace dos años, esto es, los cursos dictados en el año 2015 y 2016.

Respecto a la estrategia relacionada con la organización de un equipo competitivo, cabe resaltar que, si bien la temática fútbol no corresponde a los principales intereses de algunos estudiantes, y esto podría resultar en una motivación menor o nula, se considera que el fútbol siempre genera controversia, a favor o en contra, y que la situación que se generó en el aula permitió lograr niveles de motivación y atención adecuados para la presentación

del modelo de asignación. En el caso de la asignación de tareas en el hogar, es interesante mencionar que, en clases previas había surgido un debate (informal) acerca de la imposibilidad de aplicar herramientas de gestión logística en la vida cotidiana, sobre todo en la vida familiar, debido a los múltiples factores que influyen. Esto inspiró a la docente a pensar en un ejemplo relacionado a dicho tópico.

Como primer resultado de la discusión, se observó que cada alumno generó de forma mental un modelo de asignación, aunque no supieran expresarlo en fórmulas matemáticas. Es decir, todos tenían claro que cada jugador puede ocupar una sola posición, que una posición puede ser ocupada por un sólo jugador y que el objetivo es “asignar el mejor equipo posible” y en el otro caso, que cada persona puede realizar una sola tarea, que una tarea puede ser realizada por una sola persona y que el objetivo es “repartir las tareas de la mejor manera posible”. De esta forma la introducción de las variables binarias fue la simple formalización de ese esquema mental formado por el alumno. Cabe mencionar que las variables binarias representan una estructura de modelado muy versátil e importante de la IO. Asimismo, luego del desarrollo de la materia, llegado el momento de la evaluación final, los alumnos seguían recordando y relacionando rápidamente las características propias del modelo de asignación a través del ejemplo de los jugadores y las posiciones. No solo identificando las variables binarias, sino también, identificando dentro de la variedad de modelos de programación lineal vistos, los problemas correspondientes a asignación, lo cual no se evidenciaba tan ágilmente con los otros modelos. No está demás señalar que, en general, dentro de las asignaturas de IO, se pretende brindar a los alumnos una gran cantidad de modelos en poco tiempo, lo que resulta en gran complejidad de asimilación de los mismos. Es por esto que, brindar ejemplos simples y de interés para el curso puede ayudar a una mejor interpretación y diferenciación de los distintos modelos de la IO.

Con el objetivo de obtener *feedback* de los alumnos de la materia Investigación Operativa (donde se desarrolló el modelo de asignación para la organización de un equipo de fútbol) se realizó una encuesta *online* y anónima. La misma fue enviada por mail y subida al *Campus Virtual* de la cátedra, finalizados los cuatrimestres lectivos 2015 y 2016. Es notorio que los resultados no invocan directamente a la estrategia 2.1 mencionada pero es importante decir que durante el dictado de toda la materia, se intentó utilizar estrategias análogas para los demás contenidos. De un total de 26 respuestas, algunos de los resultados obtenidos fueron:

- El 100% de los alumnos consideran las metodologías utilizadas en las clases, y descritas en el presente trabajo, como “Muy Buenas y que despiertan el interés por la temática en la clase”.
- 69,2% de los estudiantes consideran a la materia como “Completamente aplicable” en su desarrollo laboral, y el 30,8% respondió que “En alguna ocasión podría utilizar los contenidos vistos”. Dichos porcentajes, no sólo demuestran la importancia de los contenidos vistos sino que, manifiestan que el alumno ha podido establecer una relación de compromiso con el conocimiento al atribuirle el sentido personal y social que destaca Gisela

Vélez en (Vélez, 2005) y que fue mencionado en la introducción del presente trabajo.

En el caso de la asignatura Gestión del Transporte de la Diplomatura Universitaria, una encuesta similar respondida por los 11 alumnos del curso, reveló que 54.5% consideran a la materia como "Completamente aplicable" en su desarrollo laboral, el 30,8% respondió que "En alguna ocasión podría utilizar los contenidos vistos", y 9.1% (una persona) que "No es aplicable".

Por otro lado, entre los principales resultados que se obtuvieron con la incorporación de los cuestionarios durante el cursado de la materia Modelización y Métodos de la Ingeniería Industrial, fue una importante participación de los alumnos en las clases prácticas de manera sostenida. Esto se diferencia de lo que ocurría en otros años, cuando la evaluación era "discreta" en los que esta participación sólo aumentaba en las épocas cercanas a los parciales y sus respectivos recuperatorios. Esto reflejaba la concentración de esfuerzo del alumno en las clases previas al examen. Con la introducción de la evaluación continua, los alumnos realizan los trabajos prácticos con mayor simultaneidad a los temas teóricos dictados en la asignatura. El nivel de aprobados en los tres cuestionarios fue muy alto, evidenciando que el fin del cuestionario no es otro que fomentar el aprendizaje y no constituirse en un impedimento para los alumnos.

Finalmente, se analizaron los porcentajes de alumnos que promocionaron, cursaron, cursaron la materia en instancias de recuperatorio y, en el caso particular de los años que se implementó el cuestionario, porcentaje de alumnos que debieron recuperar los cuestionarios (TABLA 7). Si bien el tiempo de implementación de los cuestionarios es relativamente corto y sólo nos permite extraer resultados preliminares, se destaca que los cuestionarios parecen haber tenido un impacto positivo en la cantidad de alumnos que aprueban el cursado de la materia. Sin embargo, la cantidad de alumnos promocionados y alumnos que requirieron instancias de recuperatorio para cursar no parece haber variado. De todas formas, debe destacarse que la escasa cantidad de años en los cuales se ha incorporado la metodología del cuestionario (dos años) impide realizar un análisis cuantitativo riguroso. Es de destacarse que no hubo alumnos que hayan desaprobado las instancias remediales de los cuestionarios. Y el porcentaje de alumnos que requirieron dichos recuperatorios fue bajo.

A pesar de no ser objeto de estudio en el presente trabajo, deben tenerse en cuenta que, naturalmente, existen otros factores que pueden afectar el desempeño de los alumnos durante el cursado. Entre ellos podemos mencionar: las características del cuerpo docente que integra la cátedra, la disponibilidad de horarios de consulta extra, la metodología de las actividades y las diferencias en las cohortes de los alumnos. Para el caso de análisis de este trabajo, los primeros tres factores pueden asumirse constantes a lo largo de todo el horizonte de evaluación (2011-2016) ya que las variaciones en el cuerpo docente, metodología de dictado de la materia y horarios de consultas fueron nulas. El último factor, las diferencias entre las cohortes de alumnos, es un factor más difícil de evaluar ya que en él se incluyen factores relativamente sencillos de medir, como la cantidad de alumnos que intentan cursar la materia por primera vez, con otros que son de una naturaleza subjetiva más difícil de

observar, como la facilidad que los alumnos poseen para adquirir conocimientos de Investigación Operativa o el grado de atención que prestan a las clases teóricas. A modo de ejemplo puede citarse la cohorte del año 2011, donde la cátedra observó que la misma estaba integrada en su mayoría por alumnos que intentaban cursar la materia por primera vez. En este año el desempeño tanto en porcentaje de alumnos cursados y promocionados fue muy bueno comparado con otros años como el 2012.

	Año	P	A	B	C	D	E
Años sin evaluación continua	2011	40	20.00%	97.50%	57.50%	-	-
	2012	59	16.95%	89.83%	62.71%	-	-
	2013	56	14.29%	69.64%	21.43%	-	-
	2014	59	16.95%	72.88%	35.59%	-	-
Años con evaluación continua	2015	52	25.00%	84.62%	23.08%	17.31%	0%
	2016	62	8.06%	87.10%	32.26%	35.48%	0%

TABLA 7. Estadísticas de impacto de uso de cuestionarios cortos.

Referencias TABLA 7:

P: Número de alumnos presentes. Esto es alumnos que asistieron a todas las evaluaciones de la cátedra o hasta que desaprobaron alguna instancia definitiva que no les permitió seguir asistiendo a las evaluaciones. Esta definición excluye a aquellos alumnos que se inscribieron en la cátedra pero no asistieron a ninguna instancia de evaluación.

A: Porcentaje de alumnos promocionados sobre presentes. Por alumnos “promocionados” se entiende a los alumnos que obtuvieron calificaciones altamente satisfactorias en los exámenes parciales y, por ende, aprobaron la materia (sin necesidad de rendir examen final).

B: Porcentaje de alumnos cursados sobre presentes. Por alumnos “cursados” se entiende a los que fueron habilitados a rendir el examen final como alumnos regulares y a los alumnos promocionados.

C: Porcentaje de alumnos cursados con recuperatorio sobre presentes. Por alumnos “cursados con recuperatorio” se entiende a los alumnos que debieron rendir alguna de las instancias de recuperatorio de los parciales para ser habilitados a rendir el examen final como alumnos regulares.

D: Porcentaje de alumnos que recuperaron algún cuestionario sobre presentes.

E: Porcentaje de alumnos que desaprobaron el cursado por desaprobar las instancias de cuestionarios sobre presentes.

4. CONCLUSIONES

La IO es una disciplina que permite abordar numerosos problemas y enfoques del sector industrial, económico, ambiental y hasta de la vida cotidiana, y dicha característica debe aprovecharse lo máximo posible a la hora

de su enseñanza en el aula. De esa forma, el alumno podrá percibir el importante alcance de la IO.

Con el presente trabajo se intentó demostrar que si se presta atención a la situación de los alumnos y se trata de encontrar actividades interesantes que ayuden al aprendizaje de la asignatura, se podrán lograr resultados más favorables en relación al ambiente y desarrollo de la clase, así como a la incorporación de conocimientos por parte de los estudiantes. Como en el caso del diseño de un equipo competitivo, con el que se logró la incorporación del concepto de variable binaria, las estrategias de enseñanza que motiven al estudiante permiten introducir temas inclusive más complejos del área de la IO.

Por otro lado, se resalta la importancia de buscar conocer la opinión del alumno acerca de las metodologías de enseñanza utilizadas, por ejemplo, a través de una encuesta. Esto permite tener un resultado más certero del efecto causado, tanto positivo como negativo, y así buscar un proceso de mejora continua de la clase.

En particular, la estrategia de implementación de cuestionarios se evidenció como una herramienta pedagógica útil para el desarrollo de la asignatura de Modelización y Métodos de la Ingeniería Industrial fomentando el aprendizaje continuo en una materia que requiere de los conocimientos previos para el desarrollo de los nuevos. Se espera verificar el impacto positivo en un futuro cuando se cuente con una base de datos más extensa sobre la aplicación de la evaluación continua. Además, se considera experimentar con diferentes metodologías de evaluación con el objetivo de tener mayor precisión en la medición de los conocimientos adquiridos por los alumnos. Esto se debe a que a pesar de tener como característica positiva para el proceso de aprendizaje continuo su sencillez, en ocasiones los cuestionarios pueden no captar eficientemente el grado de internalización del conocimiento de los alumnos. Una de las alternativas tenidas en cuenta para es la utilización de casos prácticos de aplicación a resolver en grupos.

Lógicamente, las estrategias planteadas no encierran todas las posibilidades metodológicas, pero sí sirven para ofrecer ideas y pautas para una enseñanza centrada en el estudiante y en el desarrollo de las competencias. En todos los casos se exigió la participación activa del alumno, el compromiso con su propio aprendizaje y su implicación en las tareas, llevando consigo el aumento de su protagonismo en la construcción del conocimiento.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a los evaluadores anónimos que con sus críticas constructivas ayudaron a mejorar la sustentación y replicabilidad de este trabajo.

6. REFERENCIAS

ÁLVAREZ MARTÍNEZ, C.; ESPUNY, L.; FRANCISCO, J. (2010):"EVALUACIÓN FORMATIVA CON FEEDBACK RÁPIDO USANDO MANDOS INTERACTIVOS".

XVI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (Págs. 363-370).
Universidade de Santiago de Compostela. Escola Técnica Superior d'Enxeñaría.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
(2015): "Programa de estudios Modelización y Métodos de la Ingeniería
Industrial". Obtenido de
https://apps.uns.edu.ar/programas_materias_autorizados/IN/5386.pdf.

GARCÍA, A. M. D.; BRAVO, R. B.; ALBERO, J. G.; CUELLO, R. O.; SANCHO,
L. S. (2005): "COMPETENCIAS Y DISEÑO DE LA EVALUACIÓN CONTINUA Y
FINAL EN EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR". Programa
de Estudios y Análisis. Dirección General de Universidades. Número de
referencia: EA2005-0054.

GONZÁLEZ-ROSENDE, M. E.; GARCÍA, S. V.; LLOPIS, M. S. G.; PORCEL, J.
O.; ORTÍ, E. S.; ANDREU, J. M. H. (2008): "LA EVALUACIÓN CONTINUA EN
EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR".
<http://www.eduonline.ua.es/jornadas2008/comunicaciones/3P31.pdf>

MASTACHE, A.; MIGUEZ, D.; NANTES, L.; CEDRATO, M. L.; ORLANDO, M.
T.; KURLAT, M. (2007): "FORMAR PERSONAS COMPETENTES.
DESARROLLO DE COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS Y PSICOSOCIALES".
Buenos Aires: Novedades Educativas. Págs. 248.

RODRIGUEZ SÁNCHEZ, M. (2011):Capítulo 3: "EL PROFESOR EN EL AULA.
METODOLOGÍA DOCENTE ORIENTADA AL DESARROLLO DE LAS
COMPETENCIAS". En S. Morales Campo, Nuevos contextos de enseñanza y
aprendizaje en el espacio Europeo de Enseñanza Superior (págs. 99-126).
Buenos Aires: Miño y Dávila.

SIERRA, M. R.; DÍAZ, I. (2014): "INFLUENCIA DEL SISTEMA DE
EVALUACIÓN CONTINUA EN EL RENDIMIENTO DE LOS ALUMNOS". Actas
de las XX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática,
Oviedo, 9-11 julio, 337-344.

TAHA, H. A. (2004). INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. Pearson Educación.
Págs. 848.

TLHOAELE, M.; SUHRE, C.; HOFMAN, A. (2016): "USING TECHNOLOGY-
ENHANCED, COOPERATIVE, GROUPPROJECT LEARNING FOR STUDENT
COMPREHENSION AND ACADEMIC PERFORMANCE". European Journal of
Engineering Education - Vol. 41 - págs. 263-278.

VÉLEZ, G. (2005): "INGRESAR A LA UNIVERSIDAD. APRENDER EL OFICIO
DE ESTUDIANTE UNIVERSITARIO". Colección de Cuadernillos de
Actualización para pensar la enseñanza Universitaria, año 2, nº1, págs. 5-14.